

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 791**

51 Int. Cl.:

H04L 1/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2011 E 11187625 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.01.2016 EP 2451111**

54 Título: **Procedimiento y aparato de codificación de transmisión harq-ack en sistemas de tdd con agregación de portadora en enlace descendente**

30 Prioridad:

03.11.2010 US 409662 P
04.11.2010 US 410162 P
05.11.2010 US 410642 P
08.11.2010 US 411209 P
28.07.2011 US 512614 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.04.2016

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
CHO, JOON YOUNG

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 567 791 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 de codificación de transmisión harq-ack en sistemas de tdd con agregación de portadora en enlace descendente

Antecedentes de la invención

5 1. Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a sistemas de comunicación inalámbrica y, más particularmente, a la transmisión de información de acuse de recibo en un enlace ascendente de un sistema de comunicación.

2. Descripción de la técnica

10 Un sistema de comunicación incluye un enlace descendente (DL) que transporta señales de transmisión desde una estación base (BS), o NodoB, a equipos de usuario (UE), e incluye un enlace ascendente (UL) que transporta señales de transmisión desde los UE al NodoB. Un UE, que se denomina también comúnmente como un terminal o una estación móvil, puede ser fijo o móvil y puede ser, por ejemplo, un dispositivo inalámbrico, un teléfono celular, o un dispositivo informático personal. Un NodoB es en general una estación fija y puede denominarse también como un punto de acceso o alguna otra terminología equivalente.

15 El UL transporta transmisiones de señales de datos que llevan contenido de información, transmisiones de señales de control que proporciona información de control asociada con la transmisión de señales de datos en el DL, y transmisiones de señales de referencia (RS), que se denominan comúnmente como señales piloto. El DL transporta también transmisiones de señales de datos, señales de control y RS.

20 Las señales de datos de UL se transportan a través de un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) y las señales de datos de DL se transportan a través de un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH).

En ausencia de una transmisión de PUSCH, un UE transporta información de control de UL (UCI) a través de un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH). Sin embargo, cuando tiene una transmisión de PUSCH, un UE puede transportar UCI junto con datos a través del PUSCH.

25 Las señales de control de DL pueden difundirse o pueden enviarse en un tipo específico del UE. Por consiguiente, los canales de control específicos de UE pueden usarse, entre otros fines, para proporcionar a los UE con asignaciones de planificación (SA) para recepción de PDSCH (SA de DL) o transmisión de PUSCH (SA de UL). Las SA se transmiten desde el NodoB a respectivos UE usando formatos de información de control de DL (DCI) a través de respectivos canales de control de DL físicos (PDCCH).

30 El NodoB puede configurar un UE a través de señalización de capa superior, tal como, por ejemplo, señalización de control de recursos de radio (RRC), un modo de transmisión (TM) de PDSCH y de PUSCH, y otros parámetros relacionados con la recepción de señales de DL o la transmisión de señales de UL. El TM de PDSCH o el TM de PUSCH está asociado respectivamente con una SA de DL o una SA de UL, y define si un respectivo PDSCH o PUSCH transporta un bloque de transporte (TB) de datos o dos TB de datos.

35 Las transmisiones de PDSCH o de PUSCH se planifican a un UE mediante el NodoB a través de señalización de capa superior o a través de señalización de capa física (a través de, por ejemplo, el PDCCH) usando una respectiva SA de DL o SA de UL, o corresponden a retransmisiones no adaptativas para un procedimiento de petición automática de repetición híbrida (HARQ) dado. La planificación mediante señalización de capa superior se denomina como planificación semi-persistente (SPS). La planificación mediante PDCCH se denomina como dinámica. Un PDCCH puede usarse también para liberar el PDSCH de SPS. Si un UE pierde (es decir, falla al detectar) un PDCCH, también pierde el PDSCH o el PUSCH asociado. Este caso se denomina como DTX (transmisión discontinua).

45 La UCI incluye información de acuse de recibo (ACK) asociada con un procedimiento de HARQ (HARQ-ACK). La información de HARQ-ACK puede consistir en múltiples bits que corresponden a acuses de recibo positivos (ACK) para los TB que un UE ha recibido correctamente, o que corresponden a acuses de recibo negativos (NACK) para los TB que el UE ha recibido incorrectamente. Cuando un UE no recibe un TB, puede transmitir DTX (información de HARQ-ACK de tres estados) o puede transmitir un NACK que representa tanto la ausencia como la recepción incorrecta de un TB (en un estado de NACK/DTX combinado).

50 En sistemas de dúplex por división de tiempo (TDD), las transmisiones de DL y UL tienen lugar en diferentes intervalos de tiempo de transmisión (TTI) que se denominan como subtramas. Por ejemplo, en una trama que comprende 10 subtramas, algunas subtramas pueden usarse para transmisiones de DL y otras subtramas pueden usarse para transmisiones de UL.

La Figura 1 es un diagrama que ilustra una estructura de trama para un sistema de TDD.

Haciendo referencia a la Figura 1, una trama de 10 milisegundos (ms) consiste en dos semi-tramas idénticas. Cada semi-trama 110 de 5 ms se divide en ocho intervalos 120 y tres campos especiales. Los tres campos especiales incluyen un símbolo 130 de parte de DL (DwPTS), un periodo 140 de guarda (GP), y un símbolo 150 de parte de UL (UpPTS). La longitud de DwPTS+GP+UpPTS es igual a una subtrama 160 (1 ms). La DwPTS puede usarse para la transmisión de señales de sincronización desde el NodoB, mientras la UpPTS puede usarse para la transmisión de señales de acceso aleatorio desde los UE. El GP facilita la transición entre transmisiones de DL y de UL absorbiendo interferencia transitoria.

El número de subtramas de DL y UL por trama puede ser diferente, y pueden asociarse múltiples subtramas de DL con una única subtrama de UL. Al asociar múltiples subtramas de DL con una única subtrama de UL, es necesario transmitir un número $O_{\text{ARQ-ACK}}$ de bits de información de HARQ-ACK generados en respuesta a recepciones de PDSCH (TB de datos) en múltiples subtramas de DL en una única subtrama de UL. Este número de subtramas de DL $N_{\text{agrupación}}$ se denomina como ventana de agrupación.

Un primer procedimiento en el que un UE transporta información de HARQ-ACK en una única subtrama de UL, en respuesta a recepciones de PDSCH en múltiples subtramas de DL, implica la agrupación de HARQ-ACK. En agrupación de HARQ-ACK el UE transmite un ACK únicamente si recibe correctamente todos los TB de datos y transmite un NACK en todos los demás casos. Por lo tanto, la agrupación de HARQ-ACK da como resultado retransmisiones innecesarias y caudal de DL reducido, puesto que el NACK se transmite incluso cuando un UE recibe incorrectamente únicamente un TB de datos y recibe correctamente todos los demás TB de datos.

Otro procedimiento en el que un UE transporta hasta 4 bits de información de HARQ-ACK en una única subtrama de UL, en respuesta a recepciones de TB de datos en múltiples subtramas de DL, implica multiplexación de HARQ-ACK, que está basada en selección de recursos de PUCCH.

Un procedimiento adicional en el que un UE transporta múltiples bits de información de HARQ-ACK en una única subtrama de UL, en respuesta a recepciones de múltiples TB de datos en múltiples subtramas de DL, implica codificación conjunta de los bits de información de HARQ-ACK usando, por ejemplo, un código de bloques tal como un código de Reed-Mueller (RM).

Si un PDSCH transporta un TB, la respectiva información de HARQ-ACK consiste en un bit que se codifica como un '1' binario (valor de ACK) si el TB se recibe correctamente, y se codifica como un '0' binario (valor de NACK) si el TB se recibe incorrectamente. Si un PDSCH transporta dos TB, de acuerdo con el procedimiento de transmisión entrada múltiple salida múltiple de único usuario (SU-MIMO) con un rango superior a uno, la información de HARQ-ACK consiste en dos bits $[o_0^{ACK} \ o_1^{ACK}]$, con o_0^{ACK} para el primer TB y o_1^{ACK} para el segundo TB. Sin embargo, si un UE aplica agrupación en el dominio espacial para los 2 bits de HARQ-ACK asociados con la recepción de los 2 TB cuando un PDSCH de SU-MIMO tiene un rango mayor que uno, la realimentación del UE consiste en únicamente un bit de HARQ-ACK que tiene el valor binario 0 (valor de NACK) cuando se recibe incorrectamente al menos un TB, o el valor binario 1 (valor de ACK) cuando se reciben correctamente ambos TB. Como el TM de PDSCH determina un número de TB transportados (uno o dos), determina también un respectivo número de bits de HARQ-ACK (si no se aplica agrupación de dominio espacial).

La Figura 2 es un diagrama que ilustra una estructura de PUCCH en un intervalo de subtrama para transmitir múltiples bits de información de HARQ-ACK usando un procedimiento de transmisión de multiplexación por división ortogonal de frecuencia de dispersión por la transformada rápida de Fourier (DFT-S-OFDM).

Haciendo referencia a la Figura 2, después de codificación y modulación, usando por ejemplo, un código de bloques de RM y modulación por desplazamiento de fase cuaternaria (QPSK), respectivamente, un conjunto de los mismos bits 210 de HARQ-ACK se multiplica en el multiplicador 220 con elementos de un código 230 de cobertura ortogonal (OCC), y se precodifica por DFT posteriormente en el precodificador 240 de DFT. Por ejemplo, para 5 símbolos por intervalo que llevan bits de HARQ-ACK, el OCC tiene una longitud de 5 {OCC(0), OCC(1), OCC(2), OCC(3), OCC(4)}, y puede ser {1, 1, 1, 1, 1}, {1, $\exp(j2\pi/5)$, $\exp(j4\pi/5)$, $\exp(j6\pi/5)$, $\exp(j8\pi/5)$ }, {1, $\exp(j4\pi/5)$, $\exp(j8\pi/5)$, $\exp(j2\pi/5)$, $\exp(j6\pi/5)$ }, {1, $\exp(j6\pi/5)$, $\exp(j2\pi/5)$, $\exp(j8\pi/5)$, $\exp(j4\pi/5)$ }, o {1, $\exp(j8\pi/5)$, $\exp(j6\pi/5)$, $\exp(j4\pi/5)$, $\exp(j2\pi/5)$ }. La salida del precodificador 240 de DFT se pasa a través de una unidad 250 de transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) y se mapea a continuación a un símbolo 260 de DFT-S-OFDM. Puesto que las operaciones anteriores son lineales, su orden relativo puede intercambiarse. Puesto que se supone que una transmisión de PUCCH está en un PRB, que consiste en $N_{sc}^{RB} = 12$ RE, hay 24 bits de HARQ-ACK codificados transmitidos en cada intervalo (12 símbolos de QPSK de HARQ-ACK) y se perfora un (32, $O_{\text{HARQ-ACK}}$) código de RM en un (24, $O_{\text{HARQ-ACK}}$) código de RM. Los mismos o diferentes bits de HARQ-ACK pueden transmitirse en el segundo intervalo de una subtrama. Además de las señales de HARQ-ACK, se transmite RS en cada intervalo para posibilitar demodulación coherente de señales de HARQ-ACK. Cada RS se construye a partir de una secuencia 270 de Zadoff-Chu (ZC) de longitud 12, que se pasa a través de una unidad 280 de IFFT y se mapea a otro símbolo 290 de DFT-S-OFDM.

La estructura de PUCCH en la Figura 2 puede soportar recepción fiable para únicamente un número limitado de bits de información de HARQ-ACK, que se denomina también como una cabida útil de HARQ-ACK, sin incurrir en una

tasa de codificación elevada ya que únicamente puede soportar 24 bits de HARQ-ACK codificados. El uso de un código de RM dual puede permitir soportar mayores cabidas útiles de HARQ-ACK. Por ejemplo, puede usarse un único código de RM para cabidas útiles de HARQ-ACK de hasta 10 bits, y puede usarse un código de RM dual para cabidas útiles de HARQ-ACK entre 11 y 20 bits. Con un código de RM dual, el mapeo a elementos sucesivos de la DFT puede alternarse entre elementos desde la salida de un primer código de RM y elementos desde la salida de un segundo código de RM de una manera secuencial. Para cabidas útiles de HARQ-ACK de más de 20 bits, puede usarse codificación convolucional.

La Figura 3 es un diagrama que ilustra un diagrama de bloques del transmisor para transmitir información de HARQ-ACK codificada usando un único código de RM.

Haciendo referencia a la Figura 3, los bits 305 de información de HARQ-ACK se codifican y modulan mediante un codificador y modulador 310, y a continuación se multiplican con un elemento de un OCC 325 para el respectivo símbolo de DFT-S-OFDM en el multiplicador 320. La salida del multiplicador 320 se precodifica a continuación por DFT mediante el precodificador 330 de DFT. Después de la precodificación de DFT, se realiza mapeo de subportadora mediante un mapeador 340 de subportadora, que está bajo el control de un controlador 350. Posteriormente, se realiza la IFFT mediante una unidad 360 de IFFT, se añade un CP mediante un insertador 370 de CP, y la señal se filtra para ventanas de tiempo mediante el filtro 380, generando de esta manera una señal 390 transmitida. Puede incluirse también circuitería de transmisor adicional, tal como, por ejemplo, un convertidor de digital a analógico, filtros analógicos, amplificadores y antenas de transmisor en el diagrama de bloques del transmisor de la Figura 3.

La Figura 4 es un diagrama que ilustra un diagrama de bloques del receptor para recibir información de HARQ-ACK codificada usando un único código de RM.

Haciendo referencia a la Figura 4, después de recibir una señal analógica de frecuencia de radio (RF) y convertirla a una señal 410 digital, la señal 410 digital se filtra para ventanas de tiempo en un filtro 420, y se elimina un CP en el eliminador 430 de CP. Posteriormente, el receptor de NodoB aplica una FFT en una unidad 440 de FFT, realiza desmapeo de subportadora en un desmapeador 450 de subportadora, que está bajo el control de un controlador 455, y aplica una DFT inversa (IDFT) en una unidad 460 de IDFT. La salida de la unidad 460 de IDFT se multiplica a continuación con un elemento 475 de OCC para el respectivo símbolo de DFT-S-OFDM en un multiplicador 470. Un sumador 480 suma las salidas para los símbolos de DFT-S-OFDM que transportan señales de HARQ-ACK a través de cada intervalo, y un demodulador y decodificador 490 demodula y decodifica las señales de HARQ-ACK sumadas a través de ambos intervalos de subtrama para obtener los bits 495 de información de HARQ-ACK. Las funcionalidades del receptor bien conocidas tales como, por ejemplo, estimación de canal, demodulación y decodificación pueden incluirse también en el diagrama de bloques del receptor de la Figura 4.

La Figura 5 es un diagrama que ilustra un diagrama de bloques del transmisor para transmitir información de HARQ-ACK codificada usando un código de RM dual.

Haciendo referencia a la Figura 5, la cabida útil de los bits 505 de HARQ-ACK $O_{HARQ-ACK}$ se segmenta en primer lugar en dos partes de $O_{HARQ-ACK}^1 = \lceil O_{HARQ-ACK} / 2 \rceil$ bits y $O_{HARQ-ACK}^2 = \lfloor O_{HARQ-ACK} / 2 \rfloor$ bits en el bloque 510 de segmentación. Las partes segmentadas se codifican posteriormente de manera individual con un $(32, O_{HARQ-ACK}^1)$ código de RM y un $(32, O_{HARQ-ACK}^2)$ respectivamente, y cada uno de los 32 bits codificados se perforan a continuación a 24 bits codificados que a continuación se modulan en QPSK para obtener 12 símbolos codificados de QPSK, en los bloques 520 y 525 de modulación y codificación, respectivamente. Los primeros 6 para cada uno de los 12 símbolos codificados de QPSK se combinan, por ejemplo, entrelazando, en un bloque 530 y a continuación se multiplican con un elemento del OCC 545 para el respectivo símbolo de DFT-S-OFDM en un multiplicador 540 para transmisión en un primer intervalo de una subtrama. El mismo procesamiento se aplica a los últimos 6 de los 12 símbolos codificados de QPSK, que se transmiten en un segundo intervalo de la subtrama. Después de la precodificación de DFT en un precodificador 550 de DFT, los RE de los PRB de PUCCH asignados se seleccionan en un mapeador 565 de subportadora, que está bajo el control de un controlador 560. La IFFT se realiza en un bloque 570 de IFFT y finalmente se aplica el CP y el filtrado a una señal 580 transmitida. Puede incluirse circuitería de transmisor adicional, tal como, por ejemplo, un convertidor de digital a analógico, filtros analógicos, amplificadores y antenas de transmisor en el diagrama de bloques del transmisor de la Figura 5.

La Figura 6 es un diagrama que ilustra un diagrama de bloques del receptor para recibir información de ARQ-ACK codificada usando un código de RM dual.

Después de que una antena recibe la señal analógica de RF y después de las unidades de procesamiento adicionales (tales como filtros, amplificadores, convertidores reductores de frecuencia y convertidores de analógico a digital), una señal 610 digital se filtra y el CP se elimina. Posteriormente, el receptor del NodoB aplica una FFT en un bloque 620 de FFT, selecciona los RE usados mediante el transmisor de UE en un desmapeador 630 de subportadora, que está bajo el control de un controlador 635. El receptor del NodoB aplica una IDFT en un bloque 640 de IDFT, multiplica con un elemento 655 de OCC para el respectivo símbolo de DFT-S-OFDM en un

multiplicador 650, suma las salidas para los símbolos de DFT-S-OFDM a través de cada intervalo en un bloque 660 de suma, recopila los símbolos de QPSK desde ambos intervalos de subtrama en un bloque 670 de recopilación, divide (des-entrelaza) los 24 símbolos de QPSK en los pares originales de 12 símbolos de QPSK en un bloque 675 de división, y demodula y decodifica cada uno de los dos pares de 12 símbolos de QPSK en los bloques 680 y 685 de demodulación y decodificación, respectivamente, para obtener los bits 690 de HARQ-ACK transmitidos. Pueden incluirse también funcionalidades de receptor bien conocidas, tales como, por ejemplo, estimación de canal, demodulación y decodificación, en el diagrama de bloques del receptor de la Figura 6.

Usando la máxima cabida útil de HARQ-ACK en un PUCCH no crea tara de recursos adicionales. Un UE puede transmitir un NACK o una DTX (en el caso de información de HARQ-ACK de tres estados) para los TB que no la recibieron. Sin embargo, el NodoB ya conoce las células de DL sin SA de DL o transmisión de PDSCH al UE, y puede usar el conocimiento de que el UE transmite un NACK para cada una de estas células de DL (información a priori) para mejorar la fiabilidad de recepción de HARQ-ACK. Esto es posible puesto que se supone que se usa un código de bloques lineal y QPSK para la codificación y modulación de los bits de HARQ-ACK, respectivamente, y el NodoB puede considerar, como palabras de código de HARQ-ACK candidatas, únicamente aquellas que tienen NACK ('0' binario) en las localizaciones predeterminadas que corresponden a las células sin transmisiones de SA de DL al UE. Debido a la implementación del procedimiento de decodificación, el uso de la información a priori podría ser poco práctico o imposible si se usó un código convolucional o un turbocódigo para codificar los bits de información de HARQ-ACK. Por lo tanto, la tasa de codificación para la transmisión de información de HARQ-ACK en un PUCCH depende del número de bits de información de HARQ-ACK que el NodoB no conoce con antelación.

Para transmisión de HARQ-ACK en un PUSCH, un UE determina un número respectivo de símbolos codificados Q' como se muestra en la Ecuación (1) a continuación.

$$Q' = \min \left(\left\lceil \frac{O_{\text{HARQ-ACK}} \cdot \beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}}{Q_m \cdot R} \right\rceil, 4 \cdot M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} \right) \quad \dots (1)$$

donde $\beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}$ se informa al UE a través de señalización de capa superior, Q_m es el número de bits de modulación de datos ($Q_m = 2, 4, 6$ para QPSK, QAM16, QAM64, respectivamente), R es la tasa de código de datos de la transmisión de PUSCH inicial para el mismo TB, $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$ es el BW de transmisión de PUSCH en la subtrama actual y $\lceil \cdot \rceil$ es la función "ceiling" que redondea un número a su entero cercano. La tasa de código R se define como

$$R = \left(\sum_{r=0}^{C_{\text{CB}}-1} K_r \right) / \left(Q_m \cdot M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH-inicial}} \cdot N_{\text{símbolo}}^{\text{PUSCH-inicial}} \right)$$

donde C_{CB} es el número total de bloques de código y K_r es el número de bits para el número de bloque de código r . El máximo número de RE de HARQ-ACK está limitado a los RE de 4 símbolos de DFT-S-OFDM ($4 \cdot M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$). El valor de $Q_m \cdot R$ determina la eficacia espectral (SE) de la transmisión de datos en el PUSCH y, dado $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$, puede obtenerse directamente desde el esquema de modulación y codificación (MCS) usado para la transmisión de datos.

En sistemas de TDD, como un UE necesita enviar información de HARQ-ACK que corresponde a recepciones de TB potenciales a través de múltiples subtramas de DL en una ventana de agrupación, un elemento de información (IE) de índice de asignación de DL (DAI), $V_{\text{DAI}}^{\text{DL}}$ está incluido en las SA de DL para informar al UE del número de las SA de DL transmitidas a él mediante el NodoB. Puesto que el NodoB no puede predecir si habrá una SA de DL para un UE en subtramas de DL futuras, el $V_{\text{DAI}}^{\text{DL}}$ es un contador relativo que se incrementa en cada SA de DL transmitida al UE y se inicia desde el comienzo después de la última subtrama de DL en la ventana de agrupación. Si el UE falla al detectar la última SA de DL, no puede ser conocedor de este caso mientras que si el UE falla al detectar una SA de DL distinta de la última, puede hacerse conocedor de este caso si recibe otra SA de DL en una subtrama de DL posterior de la misma ventana de agrupación.

La Figura 7 es un diagrama que ilustra un ajuste para un IE de DAI de DL a través de 4 subtramas de DL de una ventana de agrupación.

Haciendo referencia a la Figura 7, en una subtrama 0 710 de DL, el NodoB transmite una SA de DL a un UE y establece el valor de IE de DAI de DL a $V_{\text{DAI}}^{\text{DL}} = 0$. En una subtrama 1 720 de DL, el NodoB transmite una SA de DL al UE y establece el valor de IE de DAI de DL a $V_{\text{DAI}}^{\text{DL}} = 1$. En una subtrama 2 730 de DL, el NodoB no transmite una SA de DL al UE y no incrementa el valor de IE de DAI de DL. En una subtrama 3 740 de DL, el NodoB transmite una SA de DL al UE y establece el valor de IE de DAI de DL a $V_{\text{DAI}}^{\text{DL}} = 2$.

Si un UE tiene transmisión de datos en una subtrama de UL donde se espera transmitir también información de HARQ-ACK, entonces pueden transmitirse tanto datos como HARQ-ACK en un PUSCH. Para evitar casos de error

cuando el UE ha perdido la última SA de DL y asegurar el mismo entendimiento entre el NodoB y el UE del número de bits de HARQ-ACK en el PUSCH, un IE de DAI está incluido también en la SA de UL (IE de DAI de UL) que planifica el PUSCH para indicar el número de bits de HARQ-ACK que el UE debería incluir. Para la configuración en la Figura 7 donde $N_{\text{agrupación}} = 4$, el IE de DAI de UL puede representarse mediante 2 bits con valores respectivos de $V_{\text{DAI}}^{\text{UL}} = 0$ o 4, 1, 2, 3. Si el UE recibe una SA de DL en la ventana de agrupación, entonces los bits de IE de DAI de UL de "00" se mapean a un valor de IE de DAI de UL de $V_{\text{DAI}}^{\text{UL}} = 4$ en lugar de $V_{\text{DAI}}^{\text{UL}} = 0$.

Para soportar altas velocidades de datos en un sistema de comunicación, se considera agregación de portadora (CA) de múltiples células para proporcionar anchos de banda (BW) de operación superiores. Por ejemplo, para soportar comunicación a través de 60 MHz, puede usarse CA de tres células de 20 MHz.

La Figura 8 es un diagrama que ilustra el principio de CA.

Haciendo referencia a la Figura 8, se construye un BW de DL de operación de 60 MHz 810 mediante la agregación de 3 células, CC de DL 1 821, CC de DL 2 822, y CC de DL 3 823, teniendo cada una un BW de DL de 20 MHz. De manera similar, se construye un BW de UL de operación de 60 MHz 830 mediante la agregación de 3 células, CC de UL 1 841, CC de UL 2 842, y CC de UL 3 843, teniendo cada una un BW de UL de 20 MHz.

Por simplicidad, en la Figura 8, se supone que cada célula tiene un único par de DL y UL (CA simétrica), pero es posible también que se mapee más de un DL a un único UL y a la inversa (CA asimétrica). Este mapeo es típicamente específico de UE y el NodoB puede configurar un conjunto de C células a un UE, usando por ejemplo señalización de control de recursos de radio (RRC), y activando un subconjunto de células A ($A \leq C$) para recepción de PDSCH en una subtrama, usando por ejemplo señalización (un UE puede no monitorizar células inactivas para comunicación con el NodoB) de control de acceso al medio (MAC). Si se pierde un PDSCH que activa o desactiva células configuradas, entonces el UE y el NodoB pueden tener una mala interpretación de las células activas. Además, para mantener la comunicación, una célula con un par de DL/UL necesita permanecer siempre activada y se denomina como la célula primaria. Las transmisiones de PUCCH desde un UE se supone que son únicamente en su célula primaria (Pcell) y la información de HARQ-ACK se transporta únicamente en un único PUSCH.

La Figura 9 es un diagrama que ilustra la paralelización del diseño de DAI de DL en la Figura 7 a múltiples células de DL.

Haciendo referencia a la Figura 9, un NodoB transmite a un UE las SA de DL en 3 subtramas de DL en la célula 0 910 y establece los valores de IE de DAI de DL de acuerdo con el número de SA de DL transmitidas al UE únicamente para recepciones de PDSCH en la célula 0. De una manera similar, el NodoB transmite al UE las SA de DL en 2 subtramas de DL en la célula 1 920 y 2 subtramas de DL en la célula 2 930 y establece los valores de IE de DAI de DL de acuerdo con el número de SA de DL transmitidas al UE únicamente para recepciones de PDSCH en la célula 1 y célula 2, respectivamente.

Una condición fundamental para comunicación apropiada de la información de HARQ-ACK es que un UE y un NodoB tengan un mismo conocimiento de la cabida útil de HARQ-ACK. Esto incluye el mismo entendimiento acerca de la ordenación de bits de información de HARQ-ACK a través de células y subtramas en una palabra de código de HARQ-ACK transmitida y del procedimiento de codificación usado para transmitir la cabida útil de HARQ-ACK (código de RM único o RM dual).

La cabida útil de HARQ-ACK real necesita limitarse también según se deseen requisitos de fiabilidad que son difíciles de conseguir de otra manera. Adicionalmente, los recursos requeridos en un PUSCH para transmitir cabidas útiles de HARQ-ACK grandes pueden hacerse excesivos y conducen a tara inaceptable o a una incapacidad para recibir fiablemente la cabida útil de HARQ-ACK. Por esta razón, la cabida útil de HARQ-ACK necesita comprimirse y se considera la agrupación de dominio espacial como la primera elección, posiblemente seguido por agrupación a través de subtramas de DL (agrupación de domino de tiempo) o a través de células (agrupación de dominio de célula).

Sumario de la invención

La presente invención se ha realizado para tratar al menos los problemas y/o desventajas anteriores y para proporcionar al menos las ventajas descritas a continuación. Por consiguiente un aspecto de la presente invención proporciona procedimientos y aparatos para un UE que opera en un sistema de comunicación de TDD y configurado con múltiples células de DL para determinar el procedimiento de codificación para bits de información de acuse de recibo como una función de su número.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para que un UE codifique bits de información de acuse de recibo para transmisión a una estación base en un sistema de comunicación de TDD. Los bits de información de acuse de recibo se generan para cada uno de una pluralidad de TTI y para cada una de una pluralidad de células configuradas para el UE. Se genera un bit de información de acuse de recibo para cada célula configurada con un modo de transmisión (TM) que transporta un TB de datos. Se generan dos bits de información de acuse de recibo para cada célula configurada con un TM que transporta dos TB de datos. Los bits de

información de acuse de recibo que corresponden a la pluralidad de TTI para cada una de la pluralidad de células se disponen en una primera palabra de código en un orden de valores de índice de célula ascendente. La primera palabra de código se codifica, cuando un número total de bits de información de acuse de recibo es menor que o igual a un valor predeterminado. Los bits de información de acuse de recibo sucesivos desde la primera palabra de código se colocan en una segunda palabra de código y en una tercera palabra de código, de una manera alterna, y se codifica la segunda palabra de código y la tercera palabra de código, cuando el número total de bits de información de acuse de recibo es mayor que el valor predeterminado.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un aparato de UE para transmitir bits de información de acuse de recibo. El aparato de UE comunica con una estación base en un sistema de TDD. El aparato incluye un receptor para recibir bloques de transporte (TB) de datos a través de al menos una de una pluralidad de células configuradas y a través de al menos uno de una pluralidad de intervalos de tiempo de transmisión (TTI), para generar los bits de información de acuse de recibo para cada uno de un subconjunto de la pluralidad de TTI y para cada una de la pluralidad de células configuradas, en el que se genera un bit de información de acuse de recibo para cada célula configurada con un modo de transmisión (TM) que transporta un TB de datos, y en el que se generan dos bits de información de acuse de recibo para cada célula configurada con un TM que transporta dos TB de datos, y para disponer, en una primera palabra de código, los bits de información de acuse de recibo que corresponden al subconjunto de la pluralidad de TTI para cada una de la pluralidad de células en un orden de valores de índice de célula ascendente. El aparato incluye también un codificador para codificar la primera palabra de código cuando un número total de los bits de información de acuse de recibo es menor que o igual a un valor predeterminado, y para colocar bits de información de acuse de recibo sucesivos desde la primera palabra de código en una segunda palabra de código y en una tercera palabra de código, de una manera alterna, y codificar la segunda palabra de código y la tercera palabra de código cuando el número total de los bits de información de acuse de recibo es mayor que el valor predeterminado. El aparato incluye adicionalmente un transmisor para transmitir los bits de información de acuse de recibo codificados de la primera palabra de código o los bits de información de acuse de recibo codificados de la segunda palabra de código y de la tercera palabra de código.

Breve descripción de los dibujos

Los aspectos, características y ventajas anteriores y otros de la presente invención serán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada cuando se toma junto con los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es un diagrama que ilustra una estructura de trama para un sistema de TDD;

La Figura 2 es un diagrama que ilustra una estructura de PUCCH convencional en un intervalo de subtrama para transmitir múltiples bits de información de HARQ-ACK usando un procedimiento de transmisión de DFT-S-OFDM.

La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un transmisor para transmitir información de HARQ-ACK codificada usando un único código de RM;

La Figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra un receptor para recibir información de HARQ-ACK codificada usando un único código de RM;

La Figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra un transmisor para transmitir información de HARQ-ACK codificada usando un código de RM dual;

La Figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra un receptor para recibir información de HARQ-ACK codificada usando un código de RM dual;

La Figura 7 es un diagrama que ilustra un ajuste para un IE de DAI de DL a través de 4 subtramas de DL de una ventana de agrupación;

La Figura 8 es un diagrama que ilustra el principio de CA;

La Figura 9 es un diagrama que ilustra una paralelización del diseño de IE de DAI de DL en la Figura 7 para múltiples células de DL;

La Figura 10 es un diagrama que ilustra la aplicación de agrupación de dominio espacial de HARQ-ACK a través de células y subtramas, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 11 es un diagrama que ilustra la aplicación de agrupación de dominio espacial de HARQ-ACK en un PUSCH asociado con una SA de UL que transporta un IE de DAI de UL, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 12 es un diagrama que ilustra la aplicación de agrupación de dominio espacial de HARQ-ACK seguido por agrupación de dominio de tiempo que se prioriza para células sin agrupación de dominio espacial, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 13 es un diagrama que ilustra la aplicación de agrupación de HARQ-ACK diferente en un PUSCH con relación a un PUCCH, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 14 es un diagrama que ilustra una primera división de bits de información de HARQ-ACK y de otros bits de información de control de UL, si los hubiera, para codificar con 2 códigos de RM, de acuerdo con una realización de la presente invención; y

La Figura 15 es un diagrama que ilustra una segunda división de bits de información de HARQ-ACK y de otros bits de información de control de UL, si los hubiera, para codificar con 2 códigos de RM, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones de la presente invención

5 Las realizaciones de la presente invención se describen en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Los mismos componentes o similares pueden designarse mediante los mismos números de referencia o similares aunque se ilustren en dibujos diferentes. Pueden omitirse descripciones detalladas de construcciones o procedimientos conocidos en la técnica para evitar oscurecer la materia objeto de la presente invención.

Adicionalmente, aunque las realizaciones de la presente invención se describen a continuación con referencia a transmisión de OFDM de dispersión de DFT, pueden ser aplicables también a todas las transmisiones de multiplexación por división de frecuencia (FDM) en general, y a acceso múltiple por división en frecuencia de portadora única (SC-FDMA) y a OFDM en particular.

10 Se supone que un UE genera información de HARQ-ACK en respuesta a cada TB asociado con una SA de DL. Sin embargo, un UE puede generar también de manera determinística información de HARQ-ACK asociada con cada TB de SPS que el NodoB transmite al UE en subtramas de DL predeterminadas sin transmitir una SA de DL respectiva. Se entiende que un UE incluye información de HARQ-ACK debido a PDSCH de SPS, cuando existe, con el que genera en respuesta a las SA de DL y su colocación puede ser, por ejemplo, en el comienzo de la palabra de código de HARQ-ACK. Se supone que un UE genera un bit de información de HARQ-ACK que corresponde a cada SA de DL. Las realizaciones de la presente invención se refieren a las células configuradas para un UE pero pueden aplicarse también directamente si se considera en su lugar las células activadas.

20 Las realizaciones de la presente invención consideran aspectos para la determinación del procedimiento de codificación para los bits de información de HARQ-ACK en un PUCCH o en un PUSCH como una función de la cabida útil de HARQ-ACK, y para el particionamiento de los bits de información de HARQ-ACK en un código de RM dual. Se supone que se usa un único código de RM si la cabida útil de HARQ-ACK es menor que o igual a S_1 bits, y que se usa un código de RM dual si la cabida útil de HARQ-ACK es mayor que S_1 bits pero menor que o igual a S_2 bits. Si la cabida útil de HARQ-ACK es mayor que S_2 bits, se aplica agrupación de dominio selectiva o total para reducir la cabida útil de HARQ-ACK a S_2 bits o por debajo de S_2 bits, respectivamente. Si, después de agrupación de dominio espacial total, la cabida útil de HARQ-ACK continúa superando S_2 bits, se realiza adicionalmente la agrupación de dominio de tiempo o agrupación de dominio de célula hasta que la cabida útil de HARQ-ACK se haga menor que o igual a S_2 bits.

30 Para un UE con C células configuradas, $N_{DAI}^{DL}(c)$ indica un número de SA de DL que el UE determina como transmitiéndose desde un NodoB basándose en los IE de DAI de DL en las SA de DL que el UE detecta en una ventana de agrupación de $N_{agrupación}$ subtramas, y $Q_{add}(c)$ indica un número de SA de DL adicionales que el UE puede no poder determinar desde el IE de DAI de DL en las SA de DL que detecta (por ejemplo, $Q_{aaa}(c) = 0$ si el UE detecta una SA de DL en la última subtrama de DL de la ventana de agrupación en la célula c y $Q_{add}(c)=1$ de otra manera). $TB_{max}(c)$ indica el número máximo de TB que un UE puede recibir en una subtrama en la célula c de acuerdo con el TM de PDSCH configurado, la cabida útil de HARQ-ACK sin agrupación de dominio espacial en un PUCCH o en un PUSCH no asociado con una SA de UL puede determinarse sin mala interpretación entre el NodoB y el UE como se muestra en la ecuación (2) a continuación.

$$O_{HARQ-ACK} = \sum_{c=0}^{C-1} (N_{DAI}^{DL}(c) + Q_{add}(c)) \cdot TB_{max}(c) \dots (2)$$

40 Dependiendo del diseño de DAI de DL, la cabida útil de HARQ-ACK puede determinarse de manera diferente que en la ecuación (2), pero la determinación exacta no es importante para las realizaciones de la presente invención y la ecuación (2) únicamente sirve como un ejemplo. Por ejemplo, un enfoque alternativo para calcular la cabida útil de HARQ-ACK es $O_{HARQ-ACK} = N_{agrupación} \cdot (C + C_2)$, donde C_2 es un número de células para las que el UE tiene configurado un TM que posibilita la recepción de 2 TB por subtrama.

Basándose en el valor de $O_{HARQ-ACK}$, el procedimiento de codificación para una transmisión de HARQ-ACK en un PUCCH se determina como sigue:

- 45 a) Si $2 \leq O_{HARQ-ACK} \leq S_1$, se usa código de RM único sin agrupación de dominio espacial
 - a. Como CA de DL implica la existencia de al menos $C = 2$ células, se obtiene el valor mínimo para $O_{HARQ-ACK}$ para $N_{DAI}^{DL}(c) = 1$, $Q_{add}(c) = 0$ y $TB_{max}(c) = 1$.
 - b. Aunque puede usarse un procedimiento de codificación diferente para la transmisión de $O_{HARQ-ACK} = 2$ bits en el PUSCH, por simplicidad se supone el código de RM único.
- 50 b) Si $S_1 < O_{HARQ-ACK} \leq S_2$, se usa código de RM dual sin agrupación de dominio espacial.
- c) Si $S_2 < O_{HARQ-ACK}$, se usa código de RM dual con agrupación de dominio espacial y posible agrupación de dominio de tiempo o de dominio de célula.

El primer aspecto de las realizaciones de la presente invención se centra en el caso que $S_2 < O_{\text{HARQ-ACK}}$ y considera la selección de un único código de RM o un código de RM dual y la aplicación de agrupación en diversos dominios. Suponiendo que se asigna a un UE para cada célula un único valor de Índice_Célula, se realiza la agrupación de dominio espacial de HARQ-ACK que corresponde a la última subtrama de DL en la ventana de agrupación en primer lugar empezando desde la célula con el mayor (o el menor) Índice_Célula, considerando únicamente células con TM configurado que posibilita la recepción de 2 TB, y continuando en primer lugar a través del dominio de célula y posteriormente a través del dominio de tiempo de una manera alterna. La agrupación de dominio espacial en la célula primaria, si el UE tiene configurado un TM que posibilita la recepción de 2 TB en la célula primaria, puede realizarse al final independientemente del respectivo Índice_Célula. La razón para realizar en primer lugar la agrupación de dominio espacial a través del dominio de célula es para minimizar o evitar penalizar algunas células más que otras células. La razón para realizar en primer lugar la agrupación de dominio espacial para la última subtrama de la ventana de agrupación es debido a que es la más probable que no transporte bits de información de HARQ-ACK reales (ya que un UE no puede identificar si falló al detectar una SA de DL en la última subtrama) y por lo tanto el impacto de la pérdida de información debido a agrupación puede minimizarse.

La Figura 10 es un diagrama que ilustra la aplicación de agrupación de dominio espacial de HARQ-ACK a través de células y subtramas, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la Figura 10, el Índice_Célula de cada célula se representa mediante un respectivo número. En una célula 0 1010, una célula 2 1030 y una célula 3 1040, un UE tiene configurado un TM que posibilita la recepción de 2 TB por subtrama de DL, y para $N_{\text{DAI}}^{\text{DL}}(c) = 3$ subtramas de DL ($Q_{\text{add}}(c) = 1$), genera 8 bits de HARQ-ACK, 1015, 1035, y 1045, para cada una de estas células, respectivamente. El orden de los bits de HARQ-ACK es el mismo que el orden de las subtramas de DL a las que corresponden. En una célula 1 1020, el UE tiene configurado un TM que posibilita la recepción de 1 TB por subtrama de DL y genera 4 bits de HARQ-ACK, 1025. Por lo tanto, el número total de bits de HARQ-ACK es 28. Suponiendo que $S_2 = 20$, es necesaria la agrupación de dominio espacial de 8 pares de HARQ-ACK y comienza desde la última subtrama en la ventana de agrupación de $N_{\text{agrupación}} = 4$ subtramas (subtrama de DL 3) y desde la célula con el mayor Índice_Célula (o el menor Índice_Célula) y continúa secuencialmente en orden de Índice_Célula descendente (o ascendente), para células que tienen configurado un TM que posibilita la transmisión de 2 TB, hasta la célula con el menor Índice_Célula, si fuera necesario. Por lo tanto, se realiza la agrupación de dominio espacial para los bits de HARQ-ACK que corresponden a las subtramas de DL 3, 2 y 1 de la célula 3, para los bits de HARQ-ACK que corresponden a las subtramas de DL 3, 2 y 1 de la célula 2, y para las subtramas de DL 3 y 2 de la célula 0, dando como resultado los bits 1050, 1060 y 1070 de HARQ-ACK de agrupación, respectivamente.

La célula primaria puede considerarse la última para la agrupación de dominio espacial. Esto es debido a que puede tener lugar la planificación más a menudo en la célula primaria que en otras células, y por lo tanto es más probable que la agrupación de dominio espacial en la célula primaria se aplicará a bits de HARQ-ACK reales en lugar de aplicarse preferentemente a bits de HARQ-ACK no asociados con SA de DL reales. Los últimos bits de HARQ-ACK se generan para conseguir el tamaño de palabra de código de HARQ-ACK predeterminado de $O_{\text{HARQ-ACK}}$ bits y no llevan ninguna información (son bits de relleno establecidos a un valor de NACK que el decodificador de NodoB conoce con antelación ya que corresponden a SA de DL que el NodoB no transmitió). Además, la célula primaria puede transportar datos con prioridad superior que los datos en las células restantes y puede ser deseable no comprimir la información de HARQ-ACK a través de agrupación de dominio espacial.

Un enfoque alternativo para realizar agrupación de dominio espacial es para que el NodoB configure un UE a través de RRC que señala el orden de las células para las que el UE debería realizar agrupación de dominio espacial. Por lo tanto, el Índice_Célula puede observarse como que se reemplaza mediante el orden configurado por el NodoB para un conjunto de células configuradas para las que el UE debería realizar agrupación de dominio espacial. Adicionalmente, el NodoB puede configurar también, para un UE, la subtrama de inicio para agrupación de dominio espacial.

Si un UE recibe una SA de UL para transmisión de PUSCH en una misma subtrama de UL como la transmisión de señal de HARQ-ACK esperada, y la información de HARQ-ACK está incluida en el PUSCH, la cabida útil de HARQ-ACK se determina como se expone a continuación en la ecuación (3).

$$O_{\text{HARQ-ACK}} = V_{\text{DAI}}^{\text{UL}} \cdot (C + C_2) \quad \dots (3)$$

suponiendo que $V_{\text{DAI}}^{\text{UL}}$ indica la célula con el número mayor de SA de DL y que los bits de HARQ-ACK se generan para todas las células suponiendo la transmisión de $V_{\text{DAI}}^{\text{UL}}$ SA de DL en cada célula independientemente del número real de SA de DL en cada célula. El UE puede usar un valor de NACK para los bits de información de HARQ-ACK en una célula que no corresponden a un TB recibido o SA de DL (bits de relleno para transmitir un total de $O_{\text{HARQ-ACK}}$ bits como en la ecuación (3)). Si la cabida útil de HARQ-ACK determinada con la ecuación (2) es menor que la determinada con la ecuación (3), la primera puede considerarse independientemente del valor de IE de DAI de UL.

Para $V_{DAI}^{UL} = 3$ y $N_{agrupación} = 4$, la cabida útil de HARQ-ACK en un PUSCH para $C = 4$ y $C_2 = 3$, se reduce desde

$$O_{HARQ-ACK} = \sum_{c=0}^{C-1} (N_{DAI}^{DL}(c) + Q_{add}(c)) \cdot TB_{max}(c) = 28 \text{ bits (o desde } O_{HARQ-ACK} = N_{agrupación} \cdot (C+C_2) = 28 \text{ bits) a}$$

$O_{HARQ-ACK} = V_{DAI}^{UL} \cdot (C + C_2) = 21$ bits. En consecuencia, suponiendo que $S_2 = 20$, es necesaria agrupación de dominio espacial para únicamente 1 par de HARQ-ACK.

5 La Figura 11 es un diagrama que ilustra la aplicación de agrupación de dominio espacial de HARQ-ACK en un PUSCH asociado con una SA de UL que transporta un IE de DAI de UL, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la Figura 11, el Índice_Célula de cada célula se representa mediante un número respectivo. En una célula 0 1110, una célula 2 1130 y una célula 3 1140, un UE tiene configurado un TM que posibilita la

10 recepción de 2 TB por subtrama de DL, y para $V_{DAI}^{UL} = 3$, genera 6 bits de HARQ-ACK, 1115, 1135 y 1145, para cada una de estas células, respectivamente. El orden de los bits de HARQ-ACK es el mismo que el orden de las subtramas de DL a las que corresponden. En una célula 1 1120, el UE tiene configurado un TM que posibilita la recepción de 1 TB por subtrama de DL, y para $V_{DAI}^{UL} = 3$, genera 3 bits de HARQ-ACK, 1125. Por lo tanto, el número total de bits de HARQ-ACK es 21. Como la agrupación de dominio espacial de los bits de HARQ-ACK comienza desde la última subtrama en la ventana de agrupación (subtrama de DL 3) y desde la célula con el mayor Índice_Célula, se realiza únicamente para los bits de HARQ-ACK que corresponden a la subtrama de DL 3 de la célula 3, dando como resultado los bits 1150 de HARQ-ACK de agrupación.

Si la agrupación de dominio espacial no es suficiente para reducir la cabida útil de HARQ-ACK a o por debajo de S_2 bits, se aplican adicionalmente la agrupación de dominio de tiempo y/o la agrupación de dominio de célula.

20 Suponiendo que se realiza la agrupación de dominio de tiempo en primer lugar (aunque puede aplicarse también a la inversa), como la agrupación de dominio espacial ya comprime la información de HARQ-ACK para 2 TB en 1 bit de HARQ-ACK, se prioriza la agrupación de dominio de tiempo en células donde no se realiza la agrupación de dominio espacial (es decir, en células donde el TM configurado posibilita la recepción mediante el UE de únicamente 1 TB). De otra manera, si se realiza la agrupación de dominio de tiempo en las células para las que también se realiza agrupación de dominio espacial, la información de HARQ-ACK para 4 TB se comprimiría adicionalmente en 1 HARQ-ACK que no es deseable, ya que aumenta la pérdida en el caudal del sistema debido a la información de HARQ-ACK comprimida.

La Figura 12 es un diagrama que ilustra la aplicación de agrupación de dominio espacial de HARQ-ACK seguido por la agrupación de dominio de tiempo que se prioriza para células sin agrupación de dominio espacial, de acuerdo con una realización de la presente invención.

30 Haciendo referencia a la Figura 12, el orden de la células para la agrupación de dominio espacial no es importante ya que la agrupación de dominio espacial se realiza a través de todas las células que es aplicable, una célula 0 1210, una célula 2 1230, una célula 3 1240, y una célula 4 1250 y, para un tamaño de ventana de agrupación de $N_{agrupación} = 4$ subtramas de DL, los respectivos 8 bits de HARQ-ACK, 1215, 1235, 1245 y 1255, se comprimen en 4 bits de HARQ-ACK respectivos, 1218, 1238, 1248 y 1258. Como el número total de $Q = 24$ bits de HARQ-ACK después de la agrupación de dominio espacial está por encima de $S_2 = 20$, sigue la agrupación de dominio de tiempo para una célula 1 1220, y una célula 5 1260. El tamaño de agrupación en el dominio de tiempo en cada célula aplicable se determina desde la reducción requerida en los bits de HARQ-ACK como $\lceil (Q - S_2) \cdot N_{agrupación} / C_1 \rceil$ (o, para la última célula donde se realiza la agrupación de dominio de tiempo, como $\lfloor (Q - S_2) \cdot N_{agrupación} / C_1 \rfloor$), donde L es la función "floor" que redondea un número a su entero inferior y C_1 es el número de células que tienen configurado TM que posibilita la recepción de únicamente 1 TB. Entonces, los 4 bits de HARQ-ACK originales, 1225 y 1265, se comprimen en 2 bits de HARQ-ACK respectivos, 1228 y 1268.

El orden de las células para la aplicación de agrupación de dominio de tiempo puede basarse en el respectivo "Índice_Célula", o puede configurarse para cada UE mediante el NodoB y la agrupación de dominio de tiempo en la célula primaria puede realizarse en último lugar.

45 Para transmisión de HARQ-ACK en un PUCCH, los recursos requeridos para una máxima cabida útil ya existen, como tal, por ejemplo, para la transmisión de 10 bits en la Figura 3 o la transmisión de 20 bits en la Figura 5, y reducción adicional de la cabida útil de HARQ-ACK por debajo del máximo no dará como resultado reducción de tara. Este no es el caso para la transmisión de HARQ-ACK en el PUSCH, donde los recursos requeridos aumentan a medida que la cabida útil de HARQ-ACK aumenta (por ejemplo, como se indica en la ecuación (1)). Para cabidas útiles de HARQ-ACK muy grandes, tales como, por ejemplo, 10 bits o superior, la tara introducida mediante la multiplexación de HARQ-ACK en un PUSCH puede ser sustancial y afectar a la fiabilidad de recepción de datos, particularmente si no está asociada con una SA de UL (como, por ejemplo, para una transmisión de SPS o una retransmisión de HARQ no adaptativa donde puede suponerse la cabida útil de HARQ-ACK máxima posible). Además, los máximos recursos que pueden asignarse a multiplexación de HARQ-ACK en un PUSCH pueden no ser suficientes para asegurar una fiabilidad de recepción de HARQ-ACK deseada.

El segundo aspecto de las realizaciones de la presente invención trata el problema considerando que puede aplicarse agrupación adicional a una transmisión de HARQ-ACK en un PUSCH con relación a una en un PUCCH para conseguir una cabida útil de HARQ-ACK más pequeña en un PUSCH. Por ejemplo, la cabida útil de HARQ-ACK en un PUCCH puede permitirse para que sea hasta S_2 bits mientras la cabida útil de HARQ-ACK en un PUSCH puede permitirse para que sea hasta S_0 bits con $S_0 < S_2$ (por ejemplo, $S_0 = S_1$).

El procedimiento para la agrupación de HARQ-ACK adicional en un PUSCH puede seguir los mismos principios como se ha descrito anteriormente en la Figura 10 y en la Figura 12, donde se realiza en primer lugar en el dominio espacial y, si es necesaria agrupación adicional para conseguir la cabida útil de HARQ-ACK máxima permitida, continúa en el dominio de tiempo (o en el dominio de célula). A diferencia de la transmisión de HARQ-ACK en un PUCCH, donde la aplicación o no de agrupación de HARQ-ACK es por defecto de acuerdo con la máxima cabida útil de HARQ-ACK que puede soportarse mediante una estructura de PUCCH respectiva (es decir, de acuerdo con los valores de S_1 y S_2), la aplicación de agrupación de HARQ-ACK en un PUSCH puede depender adicionalmente de los parámetros de la transmisión de PUSCH, tal como su tamaño y/o el MCS para la transmisión de datos, y S_0 es entonces una función de estos parámetros.

En un primer enfoque, el valor de S_0 puede determinarse, por ejemplo, para que sea igual a S_1 . Entonces, aunque se aplica la agrupación de HARQ-ACK en un PUCCH hasta que la cabida útil de HARQ-ACK se comprime a S_2 bits y se usa un código de RM dual, puede aplicarse la agrupación de HARQ-ACK adicional para transmisión de HARQ-ACK en un PUSCH hasta que se comprime la cabida útil de HARQ-ACK a S_1 bits y se usa siempre código de RM único.

En un segundo enfoque, el valor de S_0 se calcula dinámicamente dependiendo de los parámetros de transmisión de PUSCH. Un parámetro de este tipo es el MCS de la transmisión de datos. Por ejemplo, $S_0 = S_1$ si el MCS está por debajo de un umbral predeterminado MCS_{thr} , mientras que $S_0 = S_2$ de otra manera. Esto está motivado por el hecho de que el MCS de la transmisión de datos, o de manera equivalente la eficacia espectral de la transmisión de datos, determina los recursos de PUSCH requeridos para multiplexación de HARQ-ACK en el PUSCH, por ejemplo como se indica en la ecuación (1). Entonces, para evitar una tara de HARQ-ACK sustancial particularmente para transmisiones de PUSCH con relativamente baja eficacia espectral de datos, puede aplicarse una mayor cantidad de agrupación de HARQ-ACK para MCS por debajo de MCS_{thr} , para mejorar la fiabilidad de recepción para tanto los datos como la información de HARQ-ACK.

En un tercer enfoque, el valor de S_0 se calcula dinámicamente dependiendo del tamaño de una transmisión de PUSCH (M_{sc}^{PUSCH}) que determina también la máxima cantidad de recursos disponibles para multiplexación de HARQ-ACK en el PUSCH, por ejemplo como se describe en la ecuación (1). En ese caso, S_0 puede determinarse como $S_0 = \lfloor 4 \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot Q_m / M_r \rfloor$ donde M_r es un número predeterminado, tal como por ejemplo 2, asegurando que la tasa de código de RM resultante no superará $1/M_r$.

La Figura 13 es un diagrama que ilustra el principio para aplicar diferente agrupación de HARQ-ACK en un PUSCH con relación a un PUCCH, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la Figura 13, para transmisión de una cabida útil de HARQ-ACK de $O_{HARQ-ACK}$ bits 1305 en un PUCCH 1310, si $O_{HARQ-ACK} \leq S_1$ en la etapa 1320 se usa un único código de RM y no agrupación en la etapa 1325. Como alternativa, se determina que si $S_1 < O_{HARQ-ACK} \leq S_2$ en la etapa 1330. Si es así, se usa un código de RM dual y no agrupación en la etapa 1335, mientras que si no, $S_2 < O_{HARQ-ACK}$, y se usa un código de RM dual y agrupación de HARQ-ACK como se ha descrito anteriormente en la etapa 1345. Para transmisión de HARQ-ACK en un PUSCH 1315, se determina en primer lugar S_0 como se ha descrito anteriormente, en la etapa 1350. En el bloque 1360 se determina si $O_{HARQ-ACK} \leq S_0$. Si es así, se aplica el mismo procedimiento para la determinación de la cabida útil de HARQ-ACK (si se realiza agrupación) y la codificación como para la transmisión en el PUCCH, en la etapa 1365. De otra manera, se aplica la agrupación de HARQ-ACK para reducir la cabida útil de HARQ-ACK desde $O_{HARQ-ACK}$ a S_0 en la etapa 1380. Posteriormente, se aplica el mismo procedimiento para la determinación de la cabida útil de HARQ-ACK (si se realiza agrupación) y la codificación como para la transmisión en el PUCCH en la etapa 1390, con la excepción de que en lugar de la cabida útil inicial de $O_{HARQ-ACK}$ bits, se usan los comprimidos a través de agrupar la cabida útil de S_0 bits.

Cuando $S_1 < O_{HARQ-ACK} \leq S_2$ y se usa un código de RM dual, la fiabilidad de recepción de la información de HARQ-ACK debería asegurarse minimizando o evitando protección de tasa de error desigual entre las dos palabras de código de HARQ-ACK del código de RM dual y asegurando que ninguna palabra de código experimenta una tasa de código alta que pueda afectar adversamente a la fiabilidad de recepción de la respectiva palabra de código de HARQ-ACK. Como se ha descrito anteriormente, una palabra de código del código de RM dual no debería contener en su mayoría bits de HARQ-ACK asociados con las SA de DL reales mientras que la otra palabra del dual contiene en su mayoría bits de HARQ-ACK no asociados con las SA de DL reales que se generaron en lugar de únicamente conseguir un tamaño de palabra de código de HARQ-ACK predeterminado de $O_{HARQ-ACK}$ bits y no lleva ninguna información (bits de relleno).

El tercer aspecto de las realizaciones de la presente invención considera el particionamiento de los bits de HARQ-ACK en las 2 palabras de código para un código de RM dual. Como se ha descrito anteriormente con respecto a la Figura 5, en lugar de colocar los primeros S_1 bits de HARQ-ACK en el primero de los dos códigos de RM y los restantes $O_{\text{HARQ-ACK}} - S_1$ bits de HARQ-ACK en el segundo de los dos códigos de RM, se considera una división prácticamente igual de la cabida útil de HARQ-ACK en cada uno de los dos códigos de RM proporcionando

$O_{\text{HARQ-ACK}}^1 = \lceil O_{\text{HARQ-ACK}} / 2 \rceil$ bits de HARQ-ACK al primero de los dos códigos de RM y proporcionando los restantes $O_{\text{HARQ-ACK}}^2 = \lfloor O_{\text{HARQ-ACK}} / 2 \rfloor$ bits de HARQ-ACK al segundo de los dos códigos de RM.

Las realizaciones de la presente invención consideran que si la información de control de UL adicional, distinta de HARQ-ACK, con cabida útil de $O_{\text{otra_UCI}}$ bits se codifica conjuntamente con información de HARQ-ACK en un PUCCH, se aplica también una división prácticamente igual entre los dos códigos de RM para los $O_{\text{otra_UCI}}$ bits (suponiendo $S_1 < O_{\text{HARQ-ACK}} + O_{\text{otra_UCI}} \leq S_2$). Por ejemplo, la información de control adicional puede ser un indicador de solicitud de servicio (SRI) o información de estado de canal (CSI). Entonces, se proporcionan $\lceil O_{\text{otra_UCI}} / 2 \rceil$ bits de la información de control adicional al primero de los dos códigos de RM y se proporcionan los restantes $\lfloor O_{\text{otra_UCI}} / 2 \rfloor$ bits de la información de control adicional al segundo de los dos códigos de RM. Aunque todos los $O_{\text{otra_UCI}}$ bits representan información real, la razón para una división igual entre las 2 palabras de código de RM es mantener la división igual de los $O_{\text{HARQ-ACK}}$ mientras se consigue un equilibrio en los diferentes tipos de bits de información transportados mediante cada una de las 2 palabras de código de RM.

La división de los bits de HARQ-ACK y los bits de otra información de control de UL puede hacerse alternando los bits desde las cabidas útiles iniciales de $O_{\text{HARQ-ACK}}$ bits, y $O_{\text{otra_UCI}}$ bits (si los hubiera), en las respectivas primera y segunda palabras de códigos del código de RM dual para evitar tasas de código desiguales entre las dos palabras de código (ya que, de otra manera, una palabra de código puede contener en su mayoría bits de HARQ-ACK asociados con las SA de DL reales mientras la otra palabra de código puede contener en su mayoría bits de HARQ-ACK no asociados con las SA de DL reales que se generaron en su lugar para conseguir un tamaño de palabra de código de HARQ-ACK predeterminado y no llevan ninguna información).

La Figura 14 es un diagrama que ilustra una primera división de bits de información de HARQ-ACK y de otros bits de información de control de UL, si los hubiera, para codificar con 2 códigos de RM, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la Figura 14, una cabida útil 1410 de HARQ-ACK se divide en $\lceil O_{\text{HARQ-ACK}} / 2 \rceil$ bits y $\lfloor O_{\text{HARQ-ACK}} / 2 \rfloor$ bits 1420. La cabida útil de la otra información 1430 de control de UL, si la hubiera, se divide en $\lceil O_{\text{otra_UCI}} / 2 \rceil$ bits y $\lfloor O_{\text{otra_UCI}} / 2 \rfloor$ bits 1440. Posteriormente, se proporcionan $\lceil O_{\text{HARQ-ACK}} / 2 \rceil + \lfloor O_{\text{otra_UCI}} / 2 \rfloor$ bits 1450 a un primer código 1460 de RM y $\lfloor O_{\text{HARQ-ACK}} / 2 \rfloor + \lceil O_{\text{otra_UCI}} / 2 \rceil$ bits 1470 a un segundo código 1480 de RM.

La Figura 15 es un diagrama que ilustra una segunda división de bits de información de HARQ-ACK y de otros bits de información de control de UL, si los hubiera, para codificar con 2 códigos de RM, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la Figura 15, se anexa una cabida útil de HARQ-ACK $O_{\text{HARQ-ACK}}$ 1510 a otra cabida útil de información de control de UL $O_{\text{otra_UCI}}$ 1520 y la cabida útil combinada se coloca en una primera palabra de código de $O_{\text{HARQ-ACK}} + O_{\text{otra_UCI}}$ bits 1530 de información, que se divide a continuación en una segunda palabra de código de $\lceil (O_{\text{HARQ-ACK}} + O_{\text{otra_UCI}}) / 2 \rceil$ bits 1540 de información y en una tercera palabra de código de $\lfloor (O_{\text{HARQ-ACK}} + O_{\text{otra_UCI}}) / 2 \rfloor$ bits 1550 de información (suponiendo $S_1 < O_{\text{HARQ-ACK}} + O_{\text{otra_UCI}} \leq S_2$ y colocando los bits secuenciales de la primera palabra de código en la segunda palabra de código y en la tercera palabra de código de una manera alterna). Posteriormente, se proporcionan los $\lceil (O_{\text{HARQ-ACK}} + O_{\text{otra_UCI}}) / 2 \rceil$ bits 1540 de información a un primer código 1560 de RM y se proporcionan los $\lfloor (O_{\text{HARQ-ACK}} + O_{\text{otra_UCI}}) / 2 \rfloor$ bits 1550 de información a un segundo código 1570 de RM. En ausencia de otra información de control de UL, la estructura en la Figura 15 es idéntica a la estructura en la Figura 14.

Con el uso de un código de RM dual para transmisión de HARQ-ACK en un PUSCH, para asegurar la misma fiabilidad para cada una de las dos palabras de códigos, es deseable tener un número igual a partir de los Q' símbolos codificados, ya que se calculan por ejemplo usando la ecuación (1), asignados a cada una de las dos palabras de códigos del código de RM. Esto es particularmente importante si Q' es un entero pequeño (positivo). Por lo tanto, el cálculo de Q' debería modificarse si Q' es impar añadiendo un símbolo codificado más de modo que se

obtiene un número par de símbolos codificados de Q' . Por ejemplo, si $\lceil O_{\text{HARQ-ACK}} \cdot \beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}} / (Q_m \cdot R) \rceil$ es impar, el cálculo en la ecuación (1) puede modificarse como se expone en la ecuación (4) a continuación.

$$Q' = \min \left(\left\lceil \frac{O_{\text{HARQ-ACK}} \cdot \beta_{\text{desplazamiento}}^{\text{PUSCH}}}{Q_m \cdot R} \right\rceil + 1, 4 \cdot M_{sc}^{\text{PUSCH}} \right). \quad \dots (4)$$

Aunque la invención se ha mostrado y descrito con referencia a ciertas realizaciones de la misma, se entenderá por los expertos en la materia que pueden realizarse diversos cambios en forma y detalle en la misma sin alejarse del alcance de la presente invención como se define mediante las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para que un equipo de usuario (UE) codifique bits de información de acuse de recibo para transmisión a una estación base en un sistema de comunicación de dúplex por división de tiempo (TDD), comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- 5 generar los bits (1410) de información de acuse de recibo para cada una de una pluralidad de subtramas y para cada una de una pluralidad de células configuradas para el UE, en el que se genera un bit de información de acuse de recibo en una subtrama para cada célula configurada con un modo de transmisión (TM) que transporta un bloque de transporte (TB) de datos, y en el que se generan dos bits de información de acuse de recibo en una subtrama para cada célula configurada con un TM que transporta dos TB de datos; **caracterizado por**
- 10 generar una primera palabra de código disponiendo los bits de información de acuse de recibo que corresponden a la pluralidad de subtramas para cada una de la pluralidad de células en un orden de valores de índice de célula ascendente;
- 15 codificar la primera palabra de código, si un número total de bits de información de acuse de recibo es menor que o igual a un valor predeterminado;
- 20 colocar los bits (1450, 1470) de información de acuse de recibo sucesivos desde la primera palabra de código en una segunda palabra de código (1460) y en una tercera palabra de código (1480), de una manera alterna, y codificar la segunda palabra de código (1460) y la tercera palabra de código (1480), si el número total de bits de información de acuse de recibo es mayor que el valor predeterminado.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la transmisión de la información de acuse de recibo es en un canal compartido de enlace ascendente físico y se informa un número de la pluralidad de subtramas al UE mediante un elemento de información en al menos una asignación de planificación transmitida mediante la estación base en una de la pluralidad de células configuradas.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la transmisión de la información de acuse de recibo es en un canal de control de enlace ascendente físico y un número de la pluralidad de subtramas es igual a un número
- 25 máximo de subtramas.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que otra información de control de UL que comprende una pluralidad de bits de información se anexa al número total de bits de información de acuse de recibo y, si una suma del número total de bits de información de acuse de recibo y la pluralidad de bits de información es mayor que el valor predeterminado, los bits de información sucesivos desde la suma se colocan en una cuarta palabra de código y en una quinta palabra de código, de una manera alterna, en un canal de control de enlace ascendente físico, y se codifica la cuarta palabra de código y la quinta palabra de código.
- 30 5. Un aparato de equipo de usuario (UE) para transmitir bits de información de acuse de recibo, comunicando el aparato de UE con una estación base en un sistema de dúplex por división en el tiempo (TDD), comprendiendo el aparato:
- 35 un receptor para recibir bloques de transporte (TB) de datos a través de al menos una de una pluralidad de células configuradas y a través de al menos una de una pluralidad de subtramas, para generar los bits (1410) de información de acuse de recibo para cada uno de un subconjunto de la pluralidad de subtramas y para cada una de la pluralidad de células configuradas, en el que se genera un bit de información de acuse de recibo en una subtrama para cada célula configurada con un modo de transmisión (TM) que transporta un TB de datos, y en el
- 40 que se generan dos bits de información de acuse de recibo en una subtrama para cada célula configurada con un TM que transporta dos TB de datos, **caracterizado porque** el receptor está adaptado para generar una primera palabra de código disponiendo los bits de información de acuse de recibo que corresponden al subconjunto de la pluralidad de subtramas para cada una de la pluralidad de células en un orden de valores de índice de célula ascendente; y por comprender:
- 45 un codificador para codificar la primera palabra de código si un número total de los bits de información de acuse de recibo es menor que o igual a un valor predeterminado, y para colocar los bits (1450, 1470) de información de acuse de recibo sucesivos desde la primera palabra de código en una segunda palabra de código (1460) y en una tercera palabra de código (1480), de una manera alterna, y codificar la segunda
- 50 palabra de código (1460) y la tercera palabra de código (1480) si el número total de los bits de información de acuse de recibo es mayor que el valor predeterminado; y
- 55 un transmisor para transmitir los bits de información de acuse de recibo codificados de la primera palabra de código o los bits de información de acuse de recibo codificados de la segunda palabra de código y de la tercera palabra de código.
6. El aparato de la reivindicación 5, en el que la transmisión de la información de acuse de recibo es en un canal compartido de enlace ascendente físico y se informa un número del subconjunto de la pluralidad de subtramas al aparato de UE mediante un elemento de información en al menos una asignación de planificación transmitida mediante la estación base en una de la pluralidad de células configuradas.

7. El aparato de la reivindicación 5, en el que la transmisión de la información de acuse de recibo es en un canal de control de enlace ascendente físico y un número del subconjunto de la pluralidad de subtramas es igual a un número de la pluralidad de subtramas.

5 8. El aparato de la reivindicación 5, en el que otra información de control de UL que comprende una pluralidad de bits de información se anexa al número total de bits de información de acuse de recibo y, si una suma del número total de bits de información de acuse de recibo y la pluralidad de bits de información es mayor que el valor predeterminado, los bits de información sucesivos de la suma se colocan en una cuarta palabra de código y en una quinta palabra de código, de una manera alterna, la cuarta palabra de código y la quinta palabra de código se proporcionan al codificador, y la transmisión es en un canal de control de enlace ascendente físico.

10

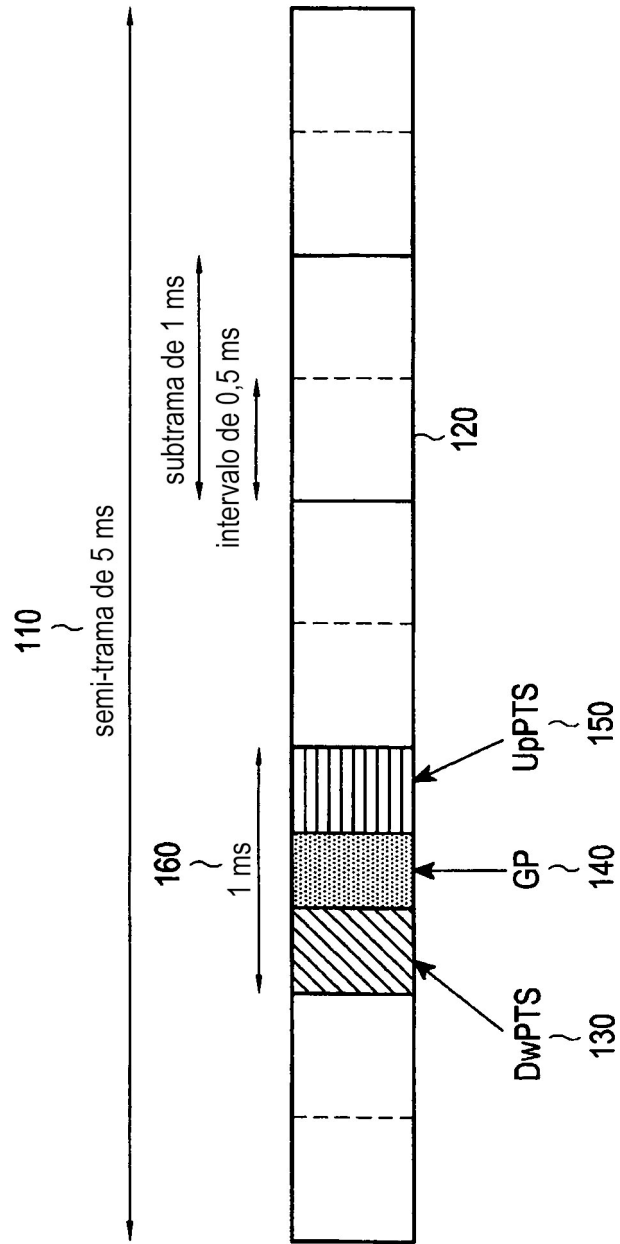


FIG.1

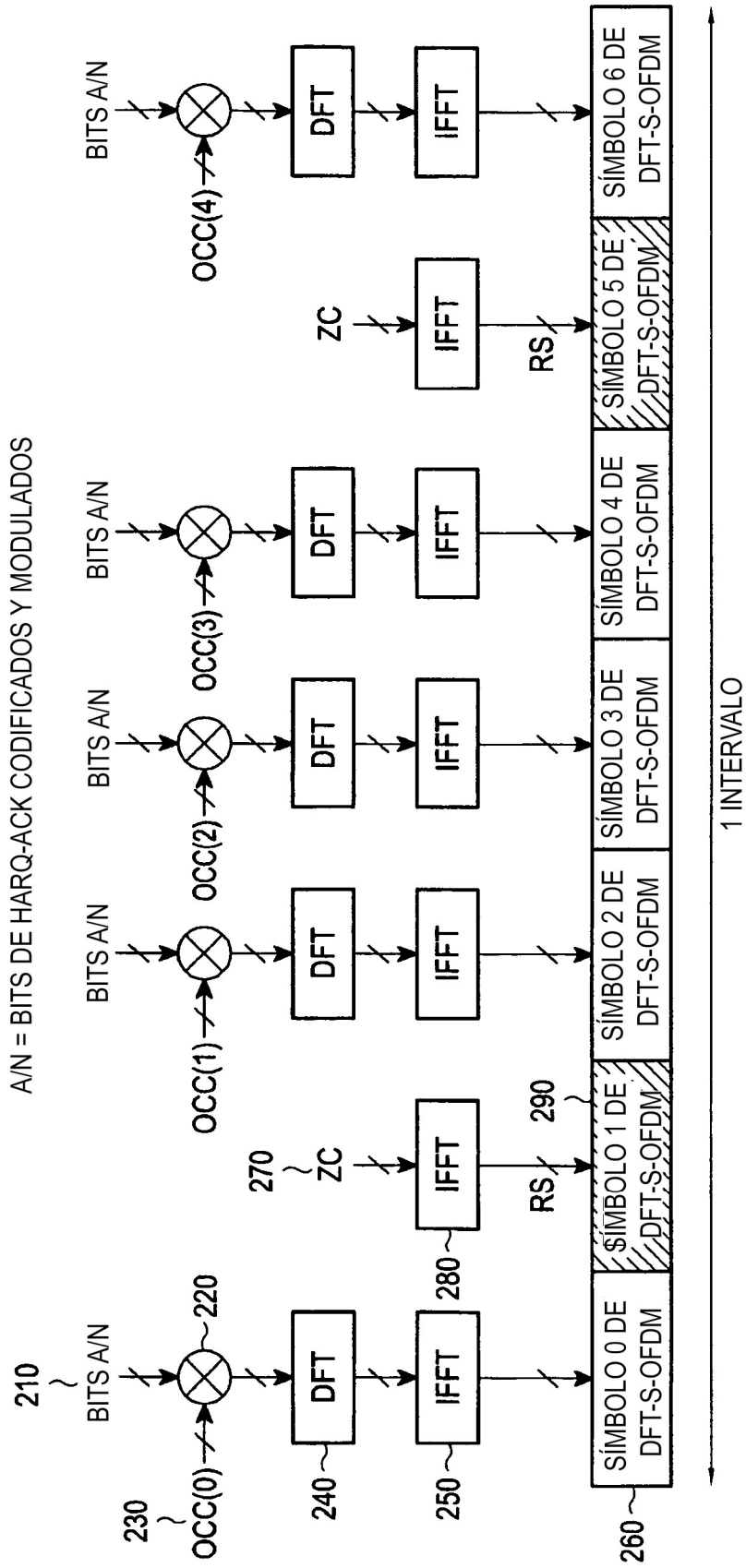


FIG.2

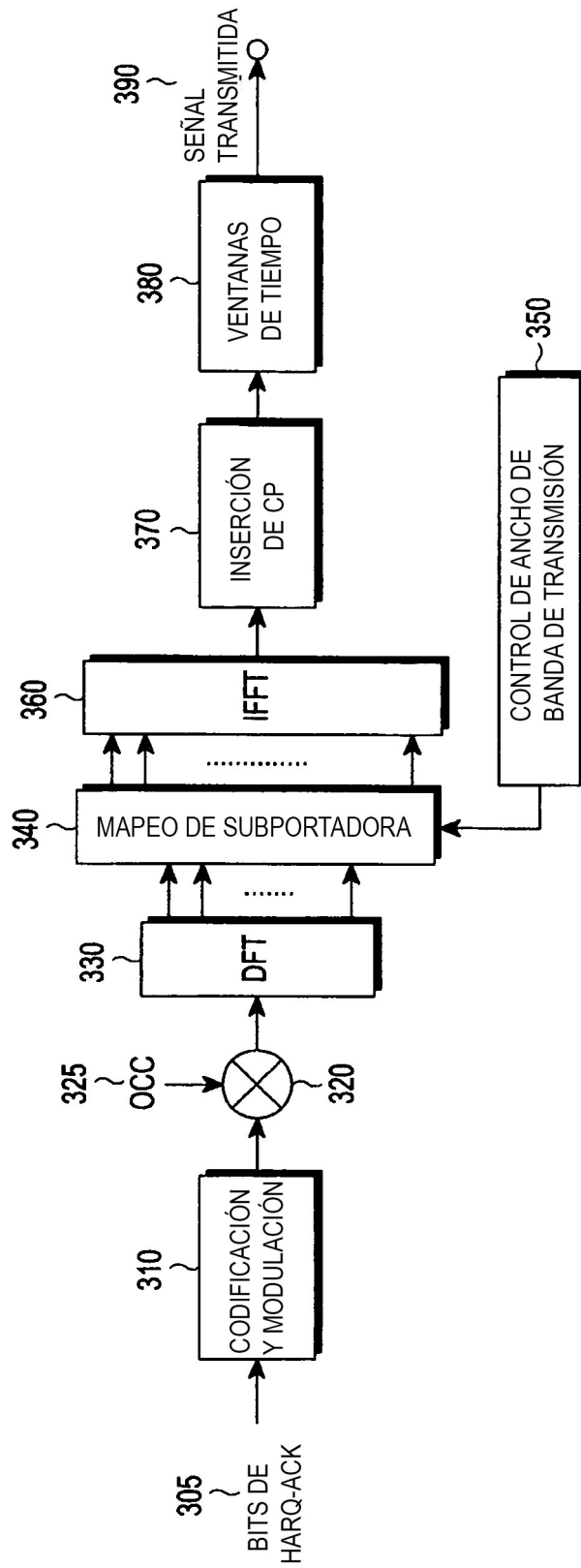


FIG.3

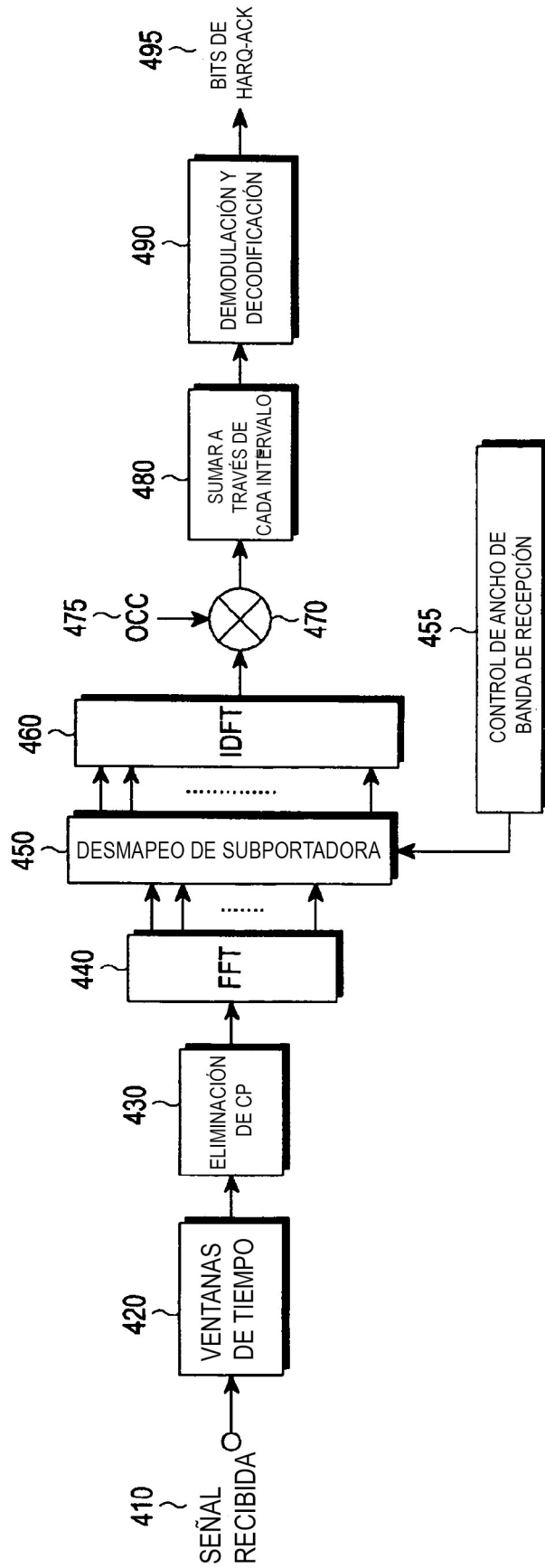


FIG.4

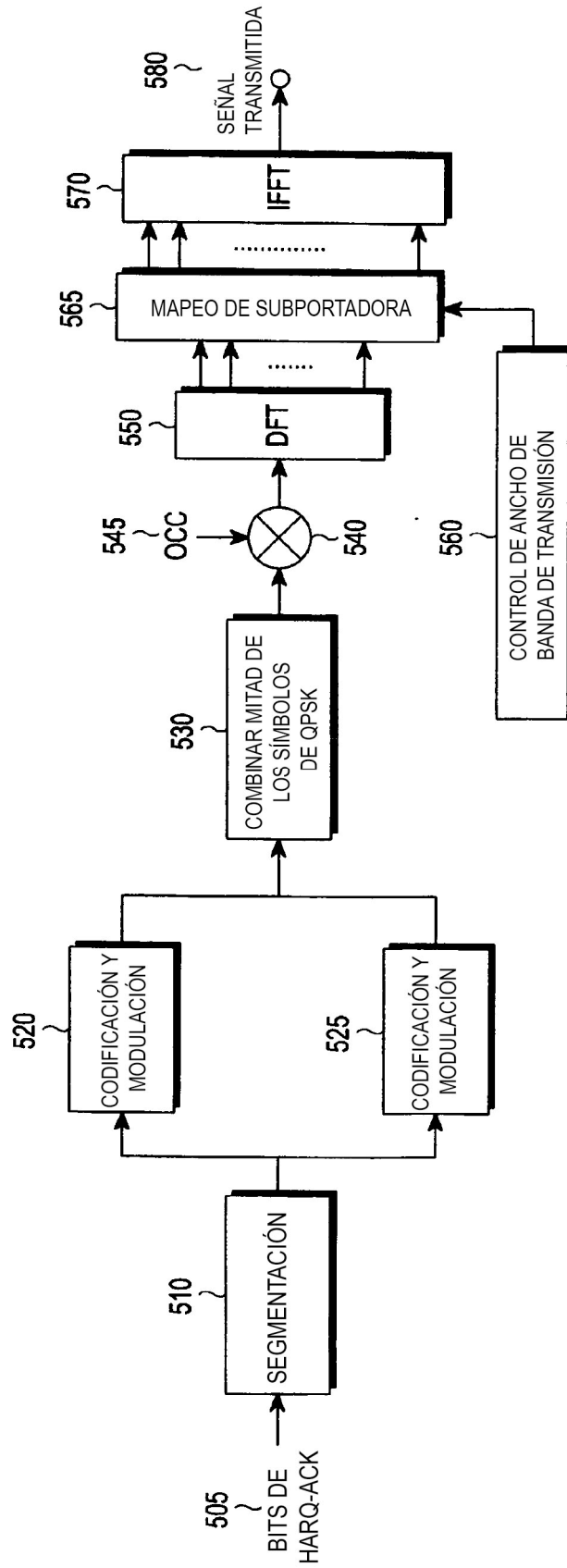


FIG.5

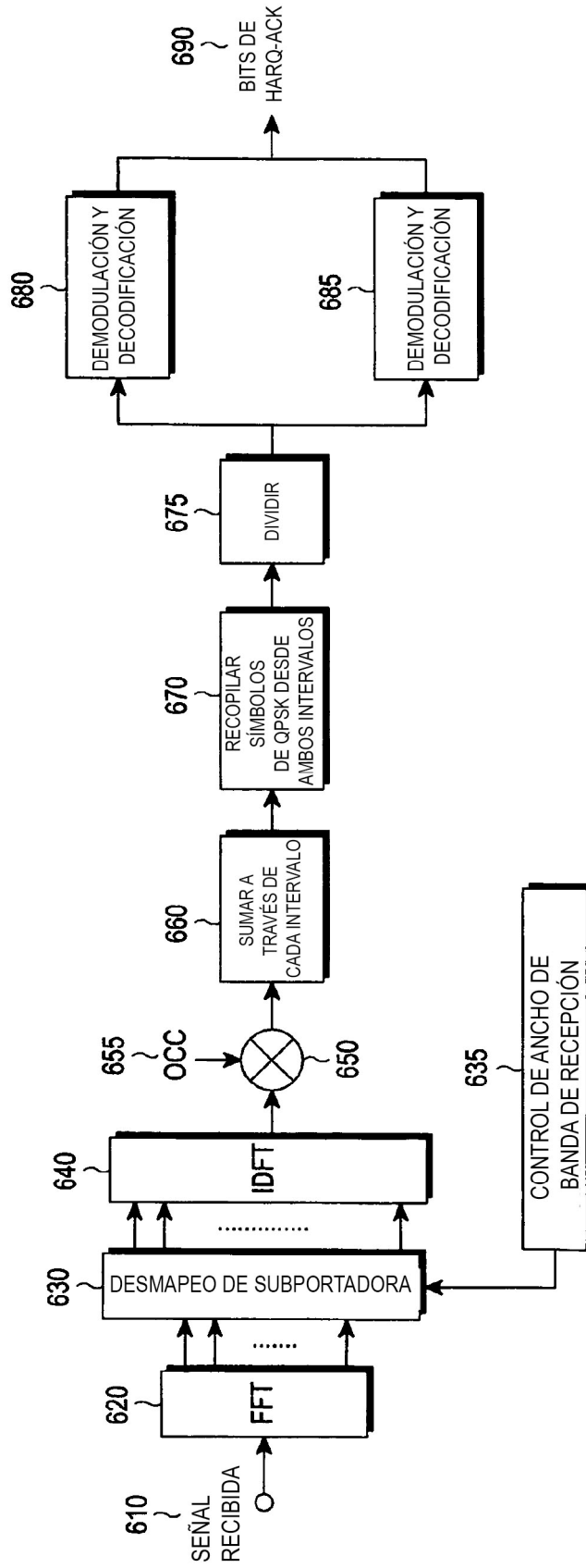


FIG.6

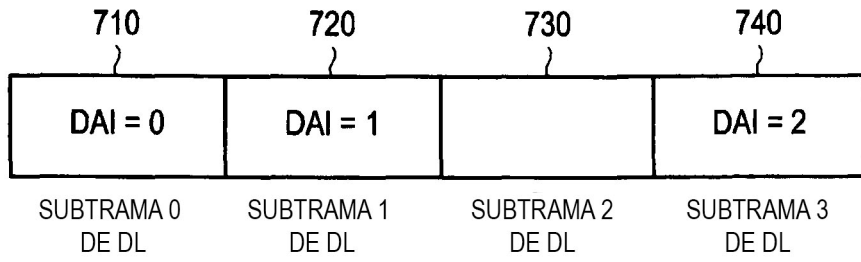


FIG.7

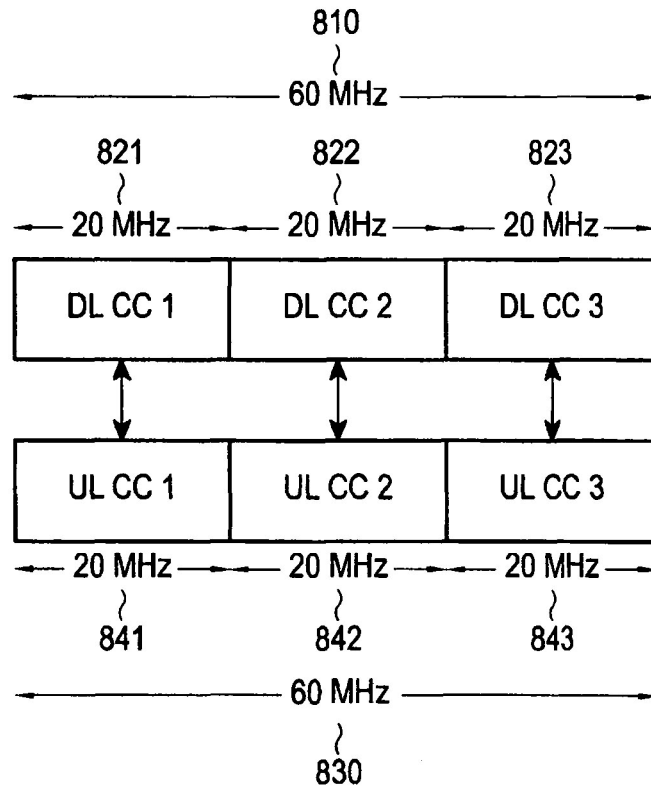


FIG.8

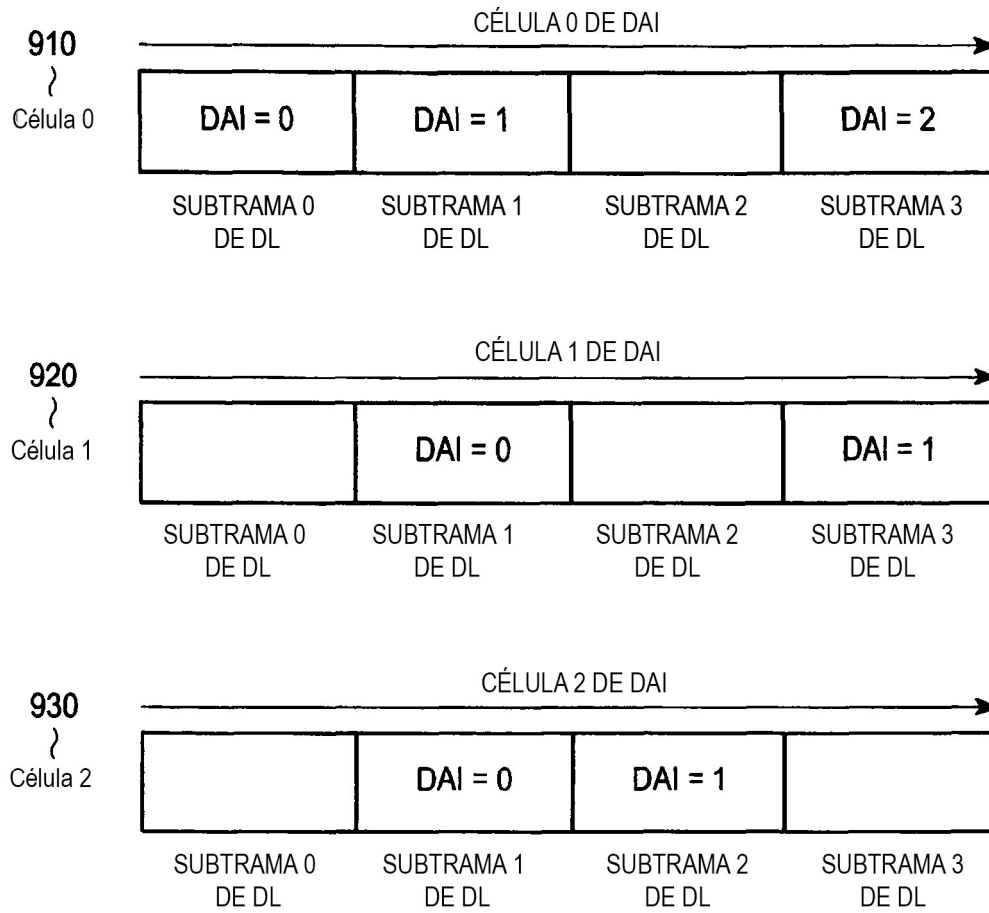


FIG.9

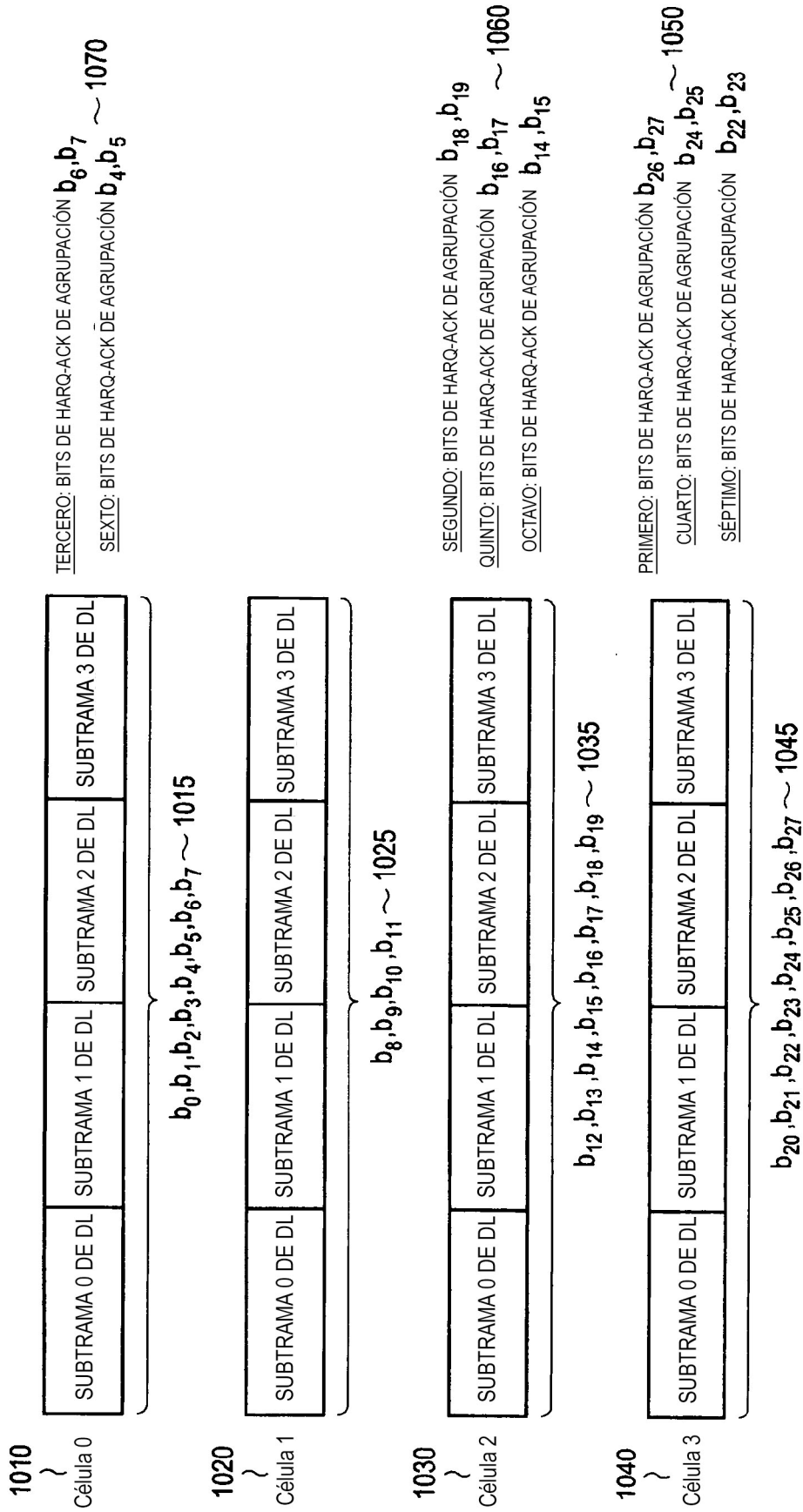


FIG.10

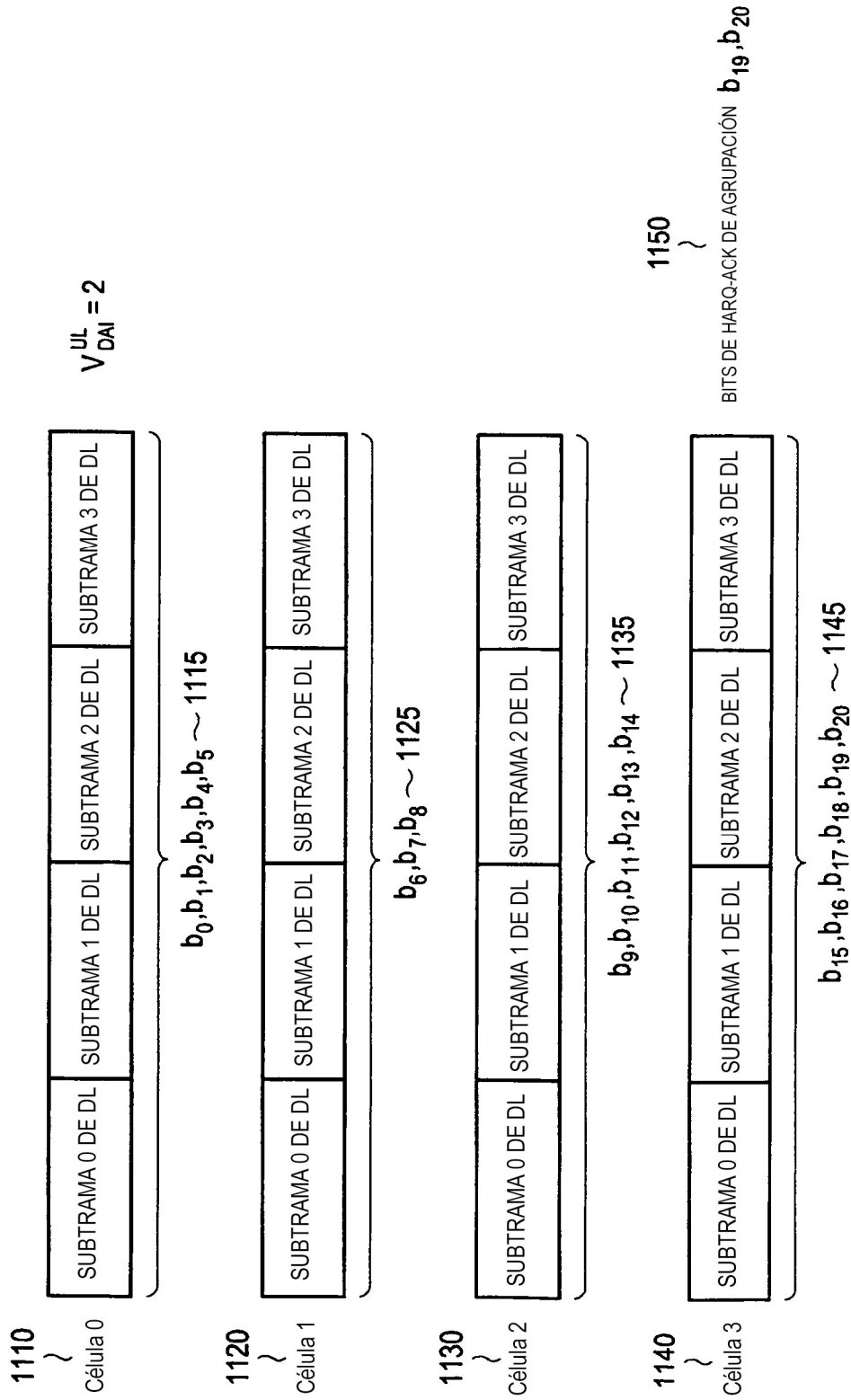


FIG.11

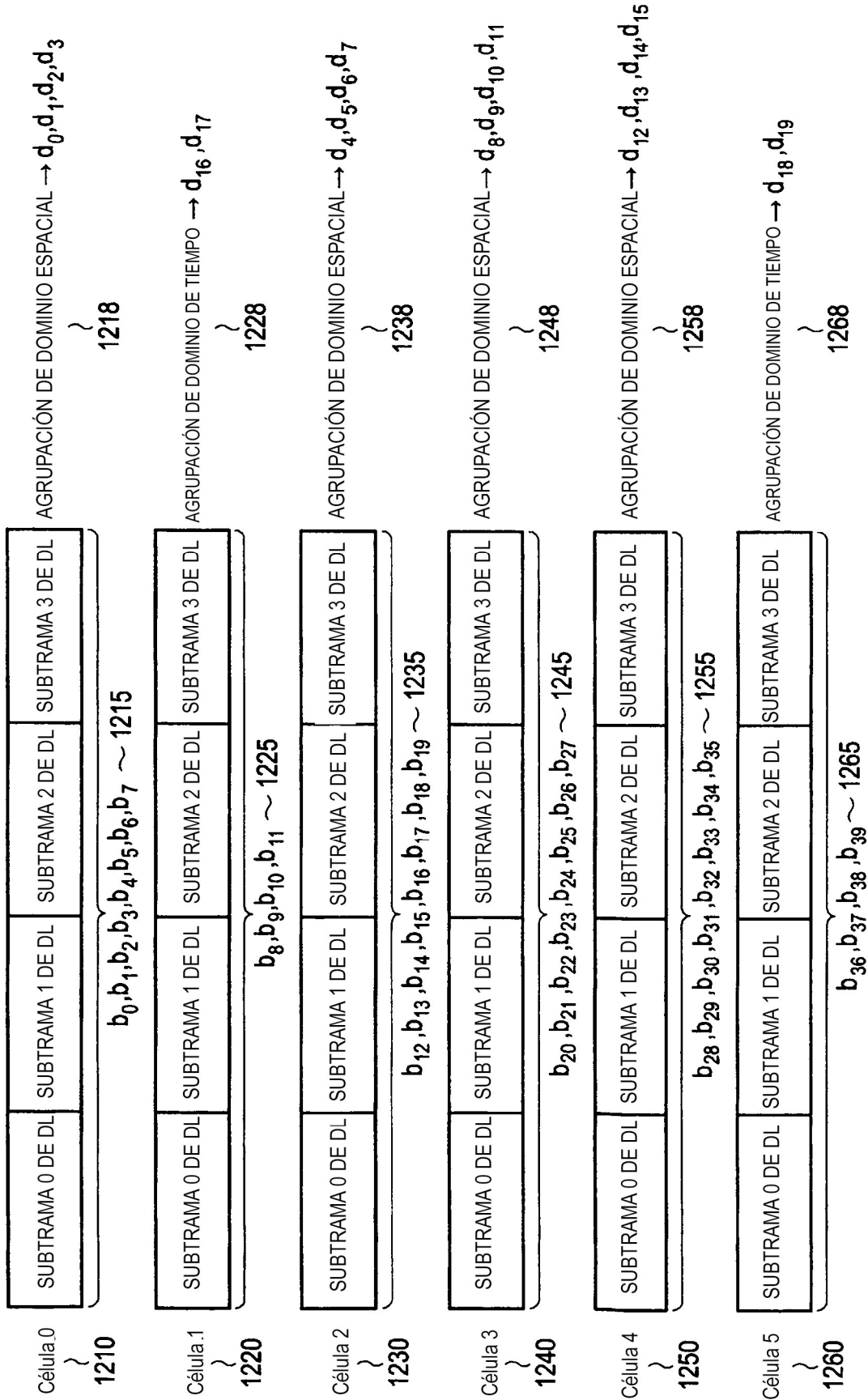


FIG.12

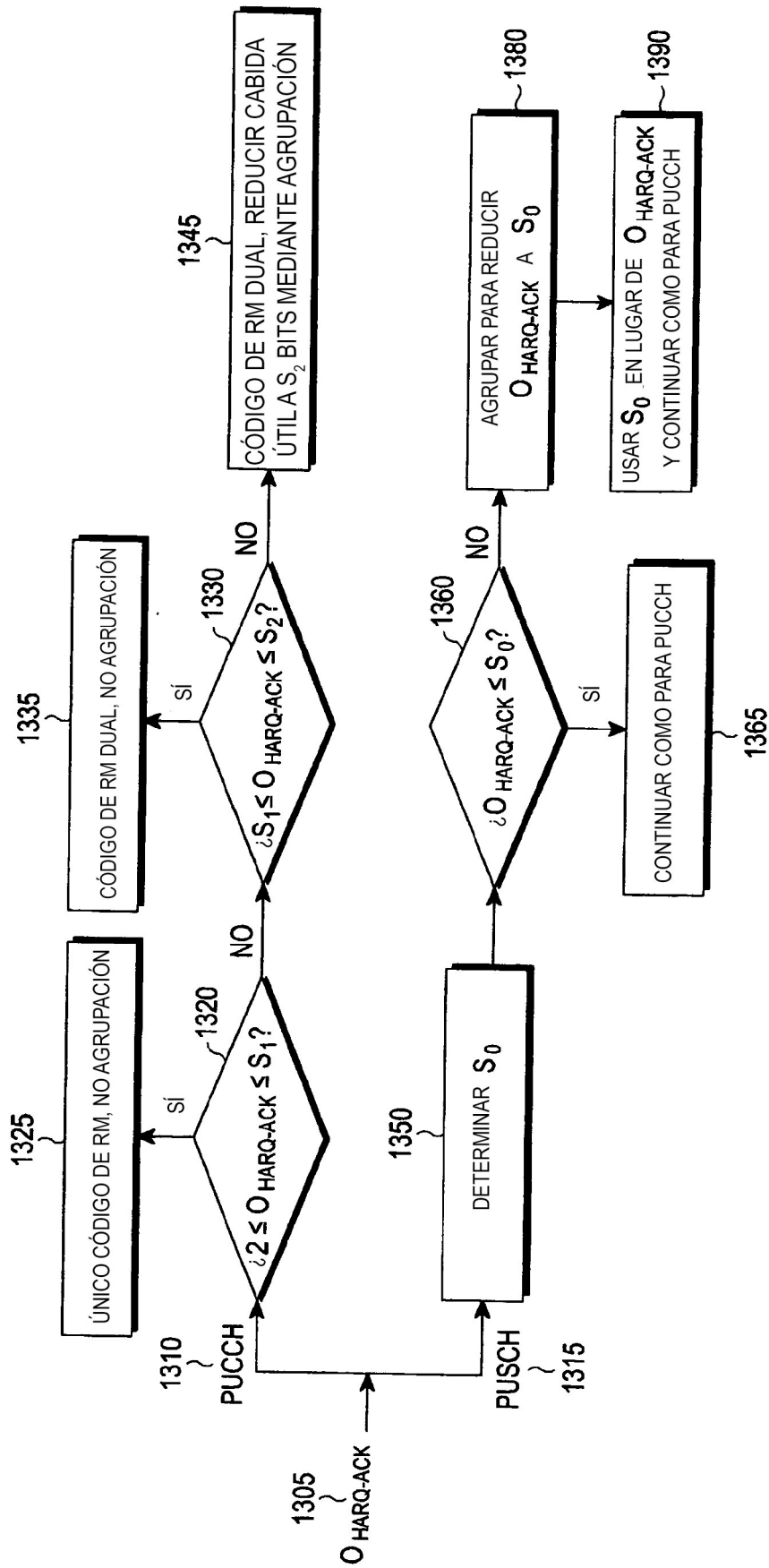


FIG.13

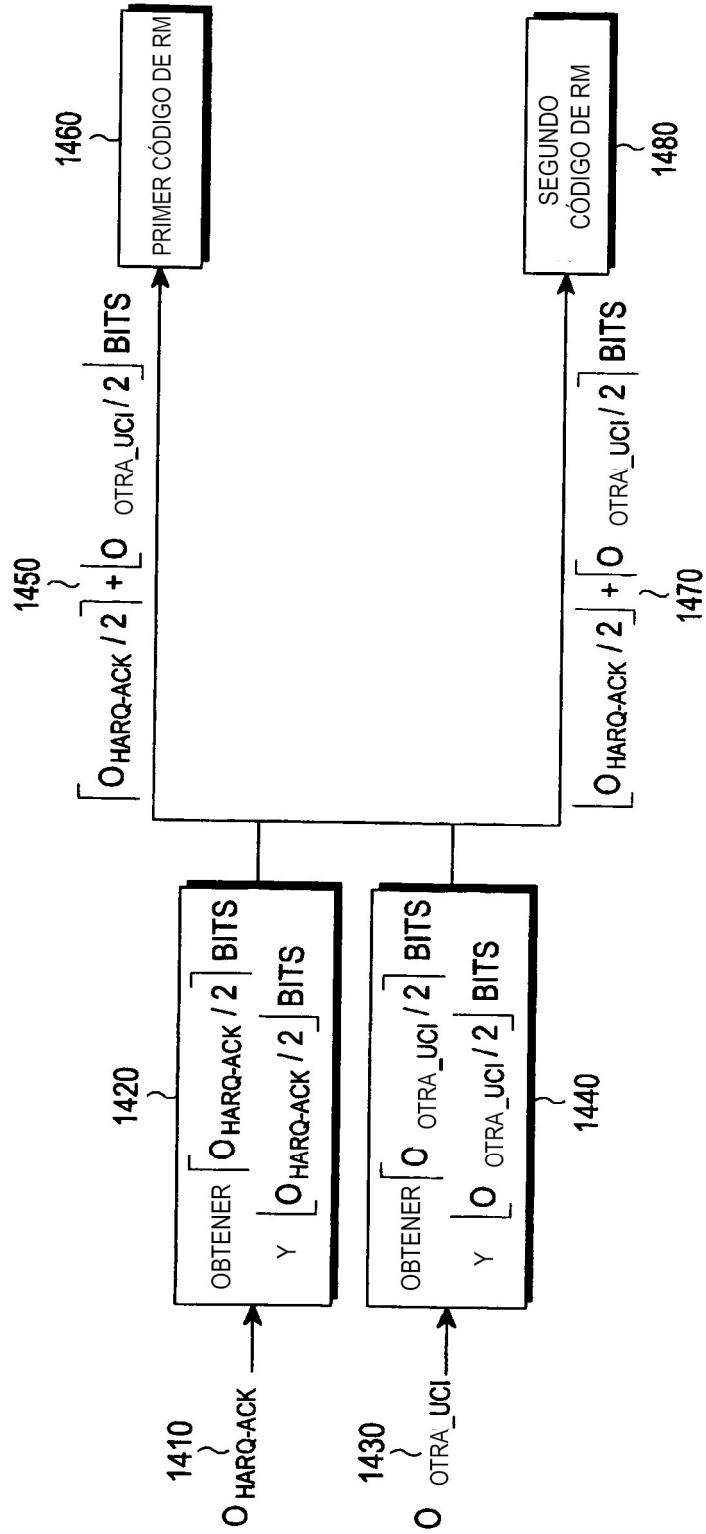


FIG.14

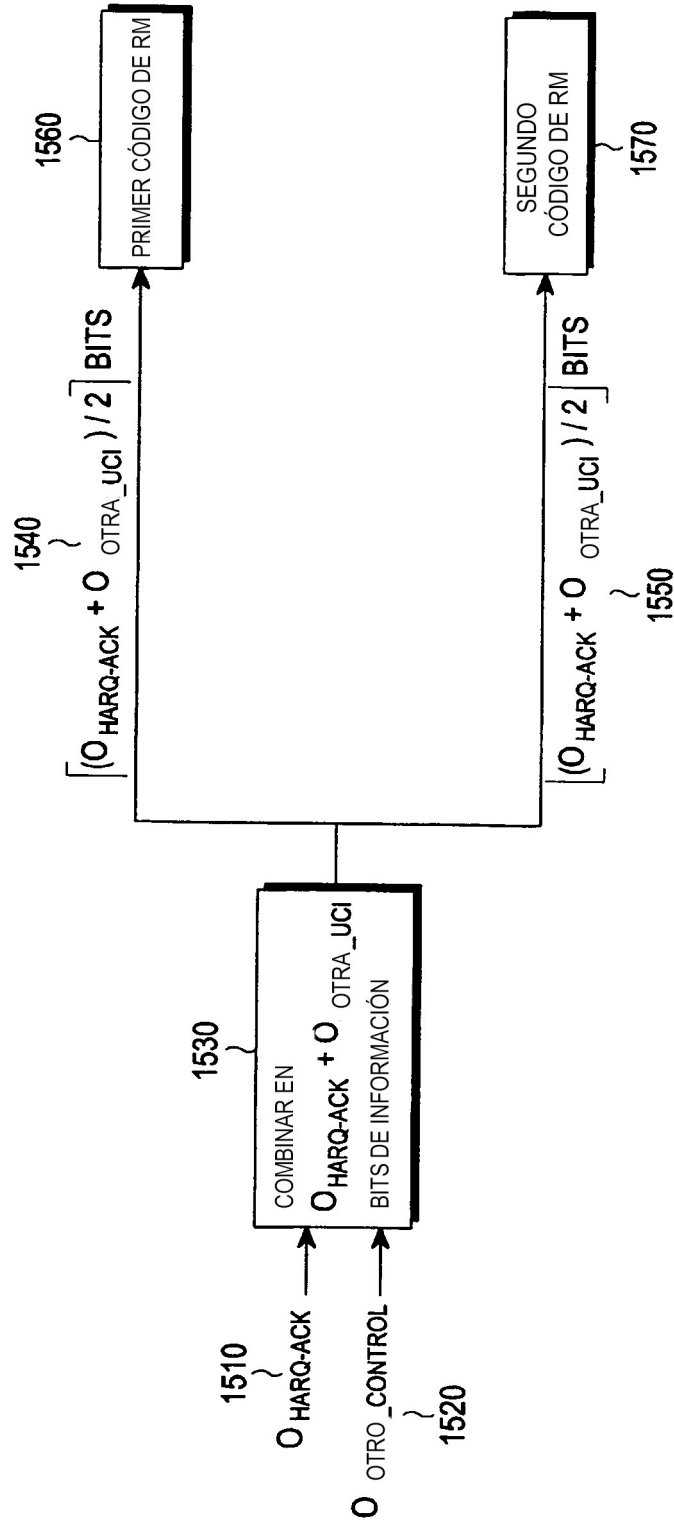


FIG.15