

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 895**

51 Int. Cl.:

**H04J 11/00** (2006.01)  
**H04B 7/26** (2006.01)  
**H04L 1/18** (2006.01)  
**H04W 52/16** (2009.01)  
**H04L 5/00** (2006.01)  
**H04W 72/04** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.05.2012 PCT/KR2012/003909**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.11.2012 WO12157981**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2012 E 12786115 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2016 EP 2712102**

54 Título: **Procedimiento de transmisión de información de control y dispositivo para el mismo**

30 Prioridad:

**17.05.2011 US 201161486822 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.02.2017**

73 Titular/es:

**LG ELECTRONICS INC. (100.0%)  
128, Yeoui-daero.  
Yeongdeungpo-gu, Seoul 07336, KR**

72 Inventor/es:

**YANG, SUCKCHEL;  
AHN, JOONKUI;  
SEO, DONGYOUN y  
KIM, MINGYU**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 601 895 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 de transmisión de información de control y dispositivo para el mismo

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un sistema de comunicación inalámbrica, y más específicamente, a un procedimiento para transmitir información de control y a un dispositivo para lo mismo.

**Antecedentes de la técnica**

10 Los sistemas de comunicación inalámbrica se han desarrollado ampliamente para proporcionar diversos tipos de servicios de comunicación incluyendo servicios de voz y datos. En general, un sistema de comunicación inalámbrica es un sistema de acceso múltiple que soporta comunicación entre múltiples usuarios compartiendo recursos de sistema disponibles (por ejemplo, ancho de banda, potencia de transmisión, etc.) entre los múltiples usuarios. El sistema de acceso múltiple puede adoptar un esquema de acceso múltiple tal como el Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), Acceso Múltiple por División en Frecuencia (FDMA), Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA), Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA), o Acceso Múltiple por División en Frecuencia de Portadora Única (SC-FDMA).

15 La publicación ZTE Y COL: "CR on power control for HARQ-ACK transmission on PUCCH", 3GPP DRAFT; R1-111994, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCIA, vol. RAN WG1, n. ° Barcelona, España; 20110509, 16 de mayo de 2011 (16-05-2011), XP050491610, [recuperado el 16-05-2011] proporciona un enfoque general para determinar una potencia de transmisión.

20 La publicación de ZTE: "On ACK/NACK bundling in LTE-A TDD", 3GPP DRAFT; R1-105454 ON ACKNACK BUNDLING IN LTE-A TDD, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCIA, vol. RAN WG1, n. ° Xi'an; 20101011, 5 de octubre de 2010 (05-10-2010), XP050450580, [recuperado el 05-10-2010] desvela una tabla para tratar con ambigüedades de DAI (Índice de Asignación de Enlace Descendente).

25 La publicación de SAMSUNG: "DAI design for TDD", 3GPP DRAFT; R1-105361 DAI, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCIA, vol. RAN WG1, n. ° Xi'an; 20101011, 5 de octubre de 2010 (05-10-2010), XP050450511, [recuperado el 05-10-2010] propone aumentar el número de Bits de DAI (Índice de Asignación de Enlace Descendente) para tratar con ambigüedades de DAI.

30 La publicación del 3GPP: '3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures (Release 10).' 3GPP TS 36.213 V10.1.0 marzo de 2011, XP050476529 recuperado de internet: [recuperado el 21-11-2012] analiza un enfoque general para un procedimiento de UE para informar ACK/NACK.

**Objeto técnico**

35 Un objeto de la presente invención ideado para resolver el problema radica en un procedimiento para transmitir de manera eficaz información de control en un sistema de comunicación inalámbrica y un dispositivo para lo mismo. Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para transmitir de manera eficaz información de control de enlace ascendente en un sistema de TDD (Dúplex por División en el Tiempo) y gestionar de manera eficaz recursos para lo mismo y un dispositivo para lo mismo. Los problemas técnicos resueltos mediante la  
40 presente invención no están limitados a los problemas técnicos anteriores y los expertos en la materia pueden entender otros problemas técnicos a partir de la siguiente descripción.

**Solución técnica**

El objeto se resuelve mediante las características de las reivindicaciones independientes.

45 Preferentemente, se proporciona en el presente documento un procedimiento para transmitir información de control de enlace ascendente en un sistema de comunicación inalámbrica de TDD (Dúplex por División en el Tiempo), comprendiendo el procedimiento: transmitir HARQ-ACK (Acuse de recibo de Solicitud Automática de Repetición Híbrida) mediante un PUCCH (Canal de Control de Enlace Ascendente Físico) en una subtrama n, en el que se determina una potencia de transmisión del PUCCH usando la siguiente ecuación:

$$n_{\text{HARQ}} = \sum_{c=0}^{C-1} \left( \left( \left( V_{\text{DAI},c}^{\text{DL}} - U_{\text{DAI},c} \right) \bmod 4 \right) \cdot n_c^{\text{ACK}} + \sum_{k \in K} N_{k,c}^{\text{recibido}} \right),$$

50 en el que C indica el número de células configuradas, K indica un conjunto que tiene M elementos k ( $k \in K$ ) de

acuerdo con la configuración de UL-DL (Enlace ascendente-Enlace descendente), M es un número entero positivo,  $V_{DAI,c}^{DL}$  es un valor indicado por un campo de DAI (Índice de Asignación de Enlace Descendente) de 2 bits incluido en un PDCCH (Canal de Control de Enlace Descendente Físico) relacionado con planificación de enlace descendente detectado finalmente en la subtrama o subtramas n-k en una célula servidora c,  $U_{DAI,c}$  indica el número total de PDCCH relacionados con planificación de enlace descendente detectados en la subtrama o subtramas n-k en la célula servidora c, y  $n_c^{ACK}$  indica el número de bits de HARQ-ACK que corresponden a un modo de transmisión de enlace descendente configurado en la célula servidora c, y se establece a 1 cuando se aplica agrupación espacial, cuando se aplica agrupación espacial,  $N_{k,c}^{recibido}$  representa el número de PDCCH o PDSCH (Canal Compartido de Enlace Descendente Físico) sin un PDCCH correspondiente recibido en la subtrama n-k y la célula servidora c, cuando no se aplica agrupación espacial,  $N_{k,c}^{recibido}$  representa el número de bloques de transporte recibidos o PDCCH de liberalización de SPS (Planificación Semi-persistente) recibidos en la subtrama n-k y la célula servidora c, y mod representa una operación módulo.

En otro aspecto de la presente invención, se proporciona en el presente documento un dispositivo de comunicación configurado para transmitir información de control de enlace ascendente en un sistema de comunicación inalámbrica de TDD, comprendiendo el dispositivo de comunicación una unidad de radiofrecuencia (RF) y un procesador, en el que el procesador está configurado para transmitir HARQ-ACK (Acuse de recibo de Solicitud Automática de Repetición Híbrida) mediante un PUCCH (Canal de Control de Enlace Ascendente Físico) en una subtrama n, y en el que se determina una potencia de transmisión del PUCCH mediante la siguiente ecuación:

$$n_{HARQ} = \sum_{c=0}^{C-1} \left( \left( \left( V_{DAI,c}^{DL} - U_{DAI,c} \right) \bmod 4 \right) \cdot n_c^{ACK} + \sum_{k \in K} N_{k,c}^{recibido} \right),$$

en la que C indica el número de células configuradas, K indica un conjunto que tiene M elementos k ( $k \in K$ ) de acuerdo con la configuración de UL-DL, M es un número entero positivo,  $V_{DAI,c}^{DL}$  es un valor indicado por un campo de DAI (Índice de Asignación de Enlace Descendente) de 2 bits incluido en un PDCCH relacionado con planificación de enlace descendente detectado finalmente en la subtrama o subtramas n-k en una célula servidora c,  $U_{DAI,c}$  indica el número total de PDCCH relacionados con planificación de enlace descendente detectados en la subtrama o subtramas n-k en la célula servidora c,  $n_c^{ACK}$  indica el número de bits de HARQ-ACK que corresponden a un modo de transmisión de enlace descendente configurado en la célula servidora c, y se establece a 1 cuando se aplica agrupación espacial, cuando se aplica agrupación espacial,  $N_{k,c}^{recibido}$  representa el número de PDCCH o PDSCH sin un PDCCH correspondiente recibido en la subtrama n-k y la célula servidora c, cuando no se aplica agrupación espacial,  $N_{k,c}^{recibido}$  representa el número de bloques de transporte o PDCCH de liberación de SPS (Planificación Semi-persistente) recibidos en la subtrama n-k y la célula servidora c, y mod representa una operación módulo.

La potencia de transmisión para el PUCCH puede determinarse usando la siguiente ecuación:

$$h(\cdot) = \frac{n_{HARQ} + n_{SR} - 1}{N},$$

en la que N es un número entero positivo, y  $n_{SR}$  se usa para ajustar la potencia de transmisión para el PUCCH en relación a SR y se establece a 0 o 1.

La potencia de transmisión para el PUCCH puede determinarse usando la siguiente ecuación:

$$P_{PUCCH}(n) = \min \left\{ P_{CMAX,c}(n), P_{0\_PUCCH} + PL_c + h(\cdot) + \Delta_{F\_PUCCH}(F) + \Delta_{TXD}(F') + g(i) \right\},$$

en la que  $P_{PUCCH}(n)$  representa la potencia de transmisión para el PUCCH,  $P_{CMAX,c}(n)$  representa una potencia de transmisión configurada en la subtrama n para la célula servidora c,  $P_{0\_PUCCH}$  es un parámetro establecido por una capa superior,  $PL_c$  es una estimación de pérdida de trayectoria de enlace descendente de la célula servidora c,  $\Delta_{F\_PUCCH}(F)$  representa un valor que corresponde a un formato de PUCCH,  $\Delta_{TXD}(F')$  es un valor establecido por una capa superior o 0, y  $g(i)$  representa un estado de ajuste de control de potencia de PUCCH actual.

El sistema de comunicación inalámbrica puede operar en una de las configuraciones N.º 1 a N.º 6 de UL-DL.

El sistema de comunicación inalámbrica puede operar en la configuración N.º 5 de UL-DL.

**Efectos ventajosos**

De acuerdo con la presente invención, puede transmitirse de manera eficaz información de control en un sistema de comunicación inalámbrica. Específicamente, la información de control de enlace ascendente puede transmitirse de manera eficaz en un sistema de TDD y pueden gestionarse de manera eficaz los recursos para el mismo.

- 5 Los efectos de la presente invención no están limitados a los efectos anteriormente descritos y otros efectos que no se han descrito en el presente documento se harán evidentes para los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción.

**Descripción de los dibujos**

10 Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar un entendimiento adicional de la invención, ilustran realizaciones de la invención y junto con la descripción sirven para explicar el principio de la invención. En los dibujos:

- La Figura 1 ilustra canales físicos usados en un sistema de LTE del 3GPP y un procedimiento de transmisión de señal que usa el mismo;
- La Figura 2 ilustra una estructura de trama de radio;
- 15 La Figura 3 ilustra una cuadrícula de recursos de un intervalo de enlace descendente;
- La Figura 4 ilustra una estructura de subtrama de enlace descendente;
- La Figura 5 ilustra una estructura de subtrama de enlace ascendente;
- La Figura 6 ilustra un procedimiento para transmitir ACK/NACK de UL de TDD (Acuse de Recibo/Acuse de Recibo Negativo de Enlace Ascendente) en una situación de única célula;
- 20 La Figura 7 ilustra un sistema de comunicación de agregación de portadora (CA);
- La Figura 8 ilustra planificación de portadora cruzada;
- Las Figuras 9 y 10 ilustran un formato de PUCCH mejorado (formato E-PUCCH) (es decir formato 3 de PUCCH);
- Las Figuras 11 y 12 ilustran el control de potencia del formato 3 de PUCCH convencional;
- La Figura 13 ilustra un problema en el control de potencia del formato 3 de PUCCH convencional;
- 25 Las Figuras 14 y 15 ilustran el control de potencia del formato 3 de PUCCH de acuerdo con una realización de la presente invención; y
- La Figura 16 ilustra una estación base (BS) y un equipo de usuario (UE) aplicables a una realización de la presente invención.

**Mejor modo**

30 Las realizaciones de la presente invención son aplicables a una diversidad de tecnologías de acceso inalámbricas tales como Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), Acceso Múltiple por División en Frecuencia (FDMA), Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA), Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA), y Acceso Múltiple por División en Frecuencia de Portadora Única (SC-FDMA). CDMA puede implementarse como una tecnología de radio tal como Acceso de Radio Terrestre Universal (UTRA) o CDMA2000. TDMA puede implementarse como una tecnología de radio tal como el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM)/Servicio General de Paquetes de Radio (GPRS)/Velocidades de Datos Mejoradas para la Evolución de GSM (EDGE). OFDMA puede implementarse como una tecnología de radio tal como las del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) 802.11 (Fidelidad Inalámbrica (Wi-Fi)), IEEE 802.16 (Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas (WiMAX)), IEEE 802.20, UTRA Evolucionada (E-UTRA). UTRA es una parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). Evolución a Largo Plazo (LTE) del Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la 3ª Generación (3GPP) es una parte del UMTS Evolucionado (E-UMTS) que usa E-UTRA, que emplea OFDMA para el enlace descendente y SC-FDMA para el enlace ascendente. LTE-Avanzada (LTE-A) es una evolución de LTE del 3GPP.

45 Aunque la siguiente descripción se proporciona, centrándose en LTE/LTE-A del 3GPP para clarificar la descripción, esto es simplemente ejemplar y por lo tanto no debería interpretarse como que limita la presente invención.

Se describen los términos usados en la memoria descriptiva.

- HARQ-ACK (Acuse de recibo de Solicitud Automática de Repetición Híbrida): esto representa una respuesta de acuse de recibo a la transmisión de enlace descendente (por ejemplo PDSCH o PDCCH de liberación de SPS), es decir, una respuesta ACK/NACK/DTX (simplemente, respuesta ACK/NACK, ACK/NACK). La respuesta ACK/NACK/DTX se refiere a ACK, NACK, DTX o NACK/DTX. HARQ-ACK para una CC específica o HARQ-ACK de una CC específica se refiere a una respuesta de ACK/NACK a una señal de enlace descendente (por ejemplo PDSCH) relacionada con (por ejemplo planificada para) la correspondiente CC. Un PDSCH puede sustituirse por un bloque de transporte (TB) o una palabra de código.
- PDSCH: este corresponde a un PDCCH de concesión de DL. El PDSCH se usa de manera intercambiable con un PDSCH sin PDCCH en la memoria descriptiva.
- PDCCH de liberación de SPS: esto se refiere a un PDCCH que indica liberación de SPS. Un UE realiza realimentación de enlace ascendente de información de ACK/NACK acerca de un PDCCH de liberación de SPS.
- SPS PDSCH: esto es un PDSCH transmitido en DL usando un conjunto semi-estático de recursos de acuerdo

con SPS. El PDSCH de SPS no tiene PDCCH de concesión de DL que corresponde al mismo. El PDSCH de SPS se usa de manera intercambiable con un PDSCH sin PDCCH en la memoria descriptiva.

- DAI (Índice de Asignación de Enlace Descendente): esto se incluye en DCI transmitido mediante un PDCCH. El DAI puede indicar un valor de orden o valor de contador de un PDCCH. Un valor indicado mediante un campo de DAI de un PDCCH de concesión de DL se denomina DAI de DL y un valor indicado mediante un campo de DAI de un PDCCH de concesión de UL se denomina un DAI de UL por conveniencia.
- Sistema basado en CA: esto se refiere a un sistema de comunicación inalámbrica que puede agregar una pluralidad de portadoras de componente (o células). El sistema de comunicación basado en CA puede usar únicamente una única portadora de componente (o célula) o agregar una pluralidad de portadoras de componente (o células) y usar las portadoras de componente agregadas de acuerdo con la configuración. El número de portadoras de componente (o células) agregadas puede determinarse de manera independiente para cada UE.
- PDCCH de planificación de CC (o célula): esto se refiere a un PDCCH que planifica una CC (o célula) correspondiente. Por ejemplo, el PDCCH de planificación de CC incluye un PDCCH que corresponde a un PDSCH en la correspondiente CC (célula) y un PDCCH de liberación de SPS.
- Planificación de CC cruzada: esto se refiere a una operación para transmitir un PDCCH que planifica la CC N.º a (o célula N.º a) a la CC N.º b (o célula N.º b) diferente de la CC N.º a (o célula N.º a).
- Planificación de CC no cruzada: esto se refiere a una operación para transmitir un PDCCH que planifica cada CC (o cada célula) a través de la correspondiente CC (o correspondiente célula).

Los siguientes términos se usan de manera equivalente en la memoria descriptiva.

- Célula servidora (ServCell) = portadora de componente (CC)
- PCell (célula primaria) = célula (o CC) en la que se transmite ACK/NACK (o HARQ-ACK)
- formato 3 de PUCCH = formato de E-PUCCH
- Célula configurada = célula (o CC) asignada a través de RRC

En un sistema de comunicación inalámbrica, un UE recibe información desde una BS a través de enlace descendente (DL) y transmite información a la BS a través del enlace ascendente (UL). La información transmitida/recibida entre el UE y BS incluye datos y diversos tipos de información de control, y diversos canales físicos están presentes de acuerdo con el tipo/fin de información transmitida/recibida entre el UE y la BS.

La Figura 1 ilustra canales físicos usados en un sistema de LTE de 3GPP y un procedimiento de transmisión de señal que usa los mismos.

Cuando se enciende o cuando un UE inicialmente entra en una célula, el UE realiza búsqueda de célula inicial que implica sincronización con una BS en la etapa S101. Para búsqueda de célula inicial, el UE se sincroniza con la BS y obtiene información tal como un identificador de célula (ID) recibiendo un Canal de Sincronización Primario (P-SCH) y un Canal de Sincronización Secundario (S-SCH) desde la BS. A continuación el UE puede recibir información de difusión desde la célula en un Canal de Difusión Físico (PBCH). Mientras tanto, el UE puede determinar un estado de canal de enlace descendente recibiendo una Señal de Referencia de Enlace Descendente (RS de DL) durante la búsqueda de célula inicial.

Después de la búsqueda de célula inicial, el UE puede obtener información de sistema más específica recibiendo un Canal de Control de Enlace Descendente Físico (PDCCH) y recibiendo un Canal Compartido de Enlace Descendente Físico (PDSCH) basándose en información del PDCCH en la etapa S102.

El UE puede realizar un procedimiento de acceso aleatorio para acceder a la BS en las etapas S103 a S106. Para acceso aleatorio, el UE puede transmitir un preámbulo a la BS en un Canal de Acceso Aleatorio Físico (PRACH) (S103) y recibir un mensaje de respuesta para el preámbulo en un PDCCH y un PDSCH que corresponde al PDCCH (S104). En el caso de acceso aleatorio basado en contienda, el UE puede realizar un procedimiento de resolución de contienda transmitiendo adicionalmente el PRACH (S105) y recibiendo un PDCCH y un PDSCH que corresponden al PDCCH (S106).

Después del procedimiento anterior, el UE puede recibir un PDCCH/PDSCH (S107) y transmitir un Canal Compartido de Enlace Ascendente Físico (PUSCH)/Canal de Control de Enlace Ascendente Físico (PUCCH) (S108), como un procedimiento de transmisión de señal de enlace descendente/enlace ascendente general. En este punto, la información de control transmitida desde el UE a la BS se denomina información de control de enlace ascendente (UCI). La UCI puede incluir una señal de Acuse de recibo/ACK negativo de Solicitud Automática de Repetición Híbrida (HARQ ACK/NACK), solicitud de planificación (SR), un Indicador de Calidad de Canal (CQI), un Índice de Matriz de Precodificación (PMI), un Indicador de Clasificación (RI), etc. Específicamente, HARQ ACK/NACK se hace referencia simplemente como HARQ-ACK o ACK/NACK(A/N). HARQ-ACK incluye al menos uno de ACK positivo (simplemente, ACK), ACK negativo (NACK), DTX y NACK/DTX. Aunque la UCI se transmite a través de un PUCCH en general, puede transmitirse mediante un PUSCH cuando la información de control y los datos de tráfico necesitan transmitirse simultáneamente. La UCI puede transmitirse aperiódicamente mediante un PUSCH en la

solicitud/instrucción de una red.

La Figura 2 ilustra una estructura de trama de radio. En un sistema de comunicación de paquetes inalámbrico de OFDM, se realiza la transmisión de paquetes de datos de enlace ascendente/enlace descendente en una base subtrama a subtrama. Una subtrama se define como un intervalo de tiempo predeterminado que incluye una pluralidad de símbolos de OFDM. LTE de 3GPP soporta una estructura de trama de radio de tipo 1 aplicable a FDD (Dúplex por División de Frecuencia) y una estructura de trama de radio de tipo 2 aplicable a TDD (Dúplex por División en el Tiempo).

La Figura 2(a) ilustra una estructura de trama de radio de tipo 1. Una subtrama de enlace descendente incluye 10 subtramas cada una de las cuales incluye 2 intervalos en el dominio de tiempo. Un tiempo para transmitir una subtrama se define como un intervalo de tiempo de transmisión (TTI). Por ejemplo, cada subtrama tiene una longitud de 1 ms y cada intervalo tiene una longitud de 0,5 ms. Un intervalo incluye una pluralidad de símbolos de OFDM en el dominio de tiempo e incluye una pluralidad de bloques de recursos (RB) en el dominio de frecuencia. Puesto que el enlace descendente usa OFDM en LTE de 3GPP, un símbolo de OFDM representa un periodo de símbolo. El símbolo de OFDM puede denominarse un símbolo de SC-FDMA o periodo de símbolo. Un RB como una unidad de asignación de recursos puede incluir una pluralidad de subportadoras consecutivas en un intervalo.

El número de símbolos de OFDM incluidos en un intervalo puede depender de la configuración de Prefijo Cíclico (CP). Los CP incluyen un CP extendido y un CP normal. Cuando un símbolo de OFDM está configurado con el CP normal, por ejemplo, el número de símbolos de OFDM incluidos en un intervalo puede ser 7. Cuando un símbolo de OFDM está configurado con el CP extendido, la longitud de un símbolo de OFDM aumenta, y por lo tanto el número de símbolos de OFDM incluidos en un intervalo es menor que en el caso del CP normal. En el caso del CP extendido, el número de símbolos de OFDM asignados a un intervalo puede ser 6. Cuando un estado de canal es inestable, tal como un caso en el que un UE se mueve a alta velocidad, el CP extendido puede usarse para reducir la interferencia inter-símbolo.

Cuando se usa el CP normal, una subtrama incluye 14 símbolos de OFDM puesto que un intervalo tiene 7 símbolos de OFDM. Los primeros tres símbolos de OFDM como máximo en cada subtrama pueden asignarse a un PDCCH y los restantes símbolos de OFDM pueden asignarse a un PDSCH.

La Figura 2(b) ilustra una estructura de trama de radio de tipo 2. La trama de radio de tipo 2 incluye 2 semitramas. Cada semitrama incluye 5 subtramas, un Intervalo de Tiempo de Piloto de Enlace Descendente (DwPTS), un Periodo de Guarda (GP), y un Intervalo de Tiempo de Piloto de Enlace Ascendente (UpPTS), y una subtrama consiste en 2 intervalos. El DwPTS se usa para la búsqueda de célula inicial, sincronización o estimación de canal. El UpPTS se usa para estimación de canal en una BS y adquisición de sincronización de transmisión de UL en un UE. El GP elimina la interferencia de UL provocada por retardo multi-trayectoria de una señal de DL entre un UL y un DL.

La Tabla 1 muestra configuraciones de UL-DL de subtramas en una trama de radio en el modo TDD.

[Tabla 1]

Configuración de enlace ascendente-enlace descendente	Periodicidad de punto de conmutación de enlace descendente a enlace ascendente	Número de subtrama									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

En la Tabla 1, D indica una subtrama de enlace descendente, U indica una subtrama de enlace ascendente y S indica una subtrama especial. La subtrama especial incluye el DwPTS (Intervalo de Tiempo de Piloto de Enlace Descendente), GP (Periodo de Guarda), y UpPTS (Intervalo de Tiempo de Piloto de Enlace Ascendente). DwPTS es un periodo reservado para la transmisión de enlace descendente y UpPTS es un periodo reservado para la transmisión de enlace ascendente.

La estructura de trama de radio es meramente ejemplar y el número de subtramas incluidas en la trama de radio, el número de intervalos incluidos en una subtrama, y el número de símbolos incluidos en un intervalo pueden variarse.

La Figura 3 ilustra una cuadrícula de recursos de un intervalo de enlace descendente.

Haciendo referencia a la Figura 3, un intervalo de enlace descendente incluye una pluralidad de símbolos de OFDM en el dominio de tiempo. Un intervalo de enlace descendente puede incluir 7(6) símbolos de OFDM, y un bloque de

recursos (RB) puede incluir 12 subportadoras en el dominio de frecuencia. Cada elemento en la cuadrícula de recursos se denomina como un elemento de recursos (RE). Un RB incluye  $12 \times 7(6)$  RE. El número  $N_{RB}$  de RB incluidos en el intervalo de enlace descendente depende de un ancho de banda de transmisión de enlace descendente. La estructura de un intervalo de enlace ascendente puede ser la misma que la del intervalo de enlace descendente excepto que los símbolos de OFDM se sustituyen por los símbolos de SC-FDMA.

La Figura 4 ilustra una estructura de subtrama de enlace descendente.

Haciendo referencia a la Figura 4, un máximo de tres (cuatro) símbolos de OFDM localizados en una porción frontal de un primer intervalo en una subtrama corresponden a una región de control a la que se asigna un canal de control. Los restantes símbolos de OFDM corresponden a una región de datos a la que se asigna un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH). Ejemplos de canales de control de enlace descendente usados en LTE incluyen un canal de indicador de formato de control físico (PCFICH), un canal de control de enlace descendente físico (PDCCH), un canal de indicador de ARQ híbrido físico (PHICH), etc. El PCFICH se transmite en un primer símbolo de OFDM de una subtrama y lleva información con respecto al número de símbolos de OFDM usados para transmisión de canales de control en la subtrama. El PHICH es una respuesta de transmisión de enlace ascendente y lleva una señal de acuse de recibo (ACK)/no acuse de recibo (NACK) de HARQ.

La información de control transmitida mediante el PDCCH se hace referencia como la información de control enlace descendente (DCI). Los formatos 0, 3, 3A y 4 para el enlace ascendente y los formatos 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 2B y 2C para el enlace descendente se definen como formatos de DCI. Los formatos de DCI incluyen de manera selectiva información tal como bandera de salto, asignación de RB, MCS (Esquema de Codificación de Modulación), RV (Versión de Redundancia), NDI (Indicador de Nuevos Datos), TPC (Control de Potencia de Transmisión), RS de DM (Señal de Referencia de Demodulación) de desplazamiento cíclico, solicitud de CQI (Información de Calidad de Canal), número de proceso de HARQ, TPMI (Indicador de Matriz de Precodificación Transmitida), confirmación de PMI (Indicador de Matriz de Precodificación) según sea necesario.

Un PDCCH puede llevar un formato de transporte y una asignación de recursos de un canal compartido de enlace descendente (DL-SCH), información de asignación de recursos de un canal compartido de enlace ascendente (UL-SCH), información de radiobúsqueda sobre un canal de radiobúsqueda (PCH), información de sistema en el DL-SCH, información sobre asignación de recursos de un mensaje de control de capa superior tal como una respuesta de acceso aleatorio transmitida en el PDSCH, un conjunto de comandos de control de potencia de Tx en UE individuales en un grupo de UE arbitrario, un comando de control de potencia de Tx, información sobre activación de voz sobre IP (VoIP), etc. Puede transmitirse una pluralidad de PDCCH en una región de control. El UE puede monitorizar la pluralidad de PDCCH. El PDCCH se transmite en una agregación de uno o varios elementos de canal de control consecutivos (CCE). El CCE es una unidad de asignación lógica usada para proporcionar el PDCCH con una tasa de codificación basándose en un estado de un canal de radio. El CCE corresponde a una pluralidad de grupos de elementos de recursos (REG). Un formato del PDCCH y el número de bits del PDCCH disponibles se determinan mediante el número de CCE. La BS determina un formato de PDCCH de acuerdo con la DCI a transmitirse al UE, y anexa una comprobación de redundancia cíclica (CRC) a la información de control. La CRC se enmascara con un identificador único (denominado como un identificador temporal de red de radio (RNTI)) de acuerdo con un propietario o uso del PDCCH. Si el PDCCH es para un UE específico, puede enmascarse un identificador único (por ejemplo, célula-RNTI (C-RNTI)) del UE a la CRC. Como alternativa, si el PDCCH es para un mensaje de radiobúsqueda, puede enmascarse un identificador de radiobúsqueda (por ejemplo, RNTI de radiobúsqueda (P-RNTI)) a la CRC. Si el PDCCH es para información de sistema (más específicamente, un bloque de información de sistema (SIB)), un RNTI de información de sistema (SI-RNTI) puede enmascarse a la CRC. Cuando el PDCCH es para una respuesta de acceso aleatorio, puede enmascarse un RNTI de acceso aleatorio (RA-RNTI) a la CRC.

La Figura 5 ilustra una estructura de subtrama de enlace ascendente.

Haciendo referencia a la Figura 5, una subtrama de enlace ascendente incluye una pluralidad de (por ejemplo 2) intervalos. Un intervalo puede incluir diferentes números de símbolos de SC-FDMA de acuerdo con longitudes de CP. La subtrama de enlace ascendente se divide en una región de control y una región de datos en el dominio de frecuencia. La región de datos está asignada con un PUSCH y se usa para llevar una señal de datos tal como datos de audio. La región de control está asignada a un PUCCH y se usa para llevar información de control de enlace ascendente (UCI). El PUCCH incluye un par de RB localizado a ambos extremos de la región de datos en el dominio de frecuencia y se salta en un límite de intervalo.

El PUCCH puede usarse para transmitir la siguiente información de control.

- Solicitud de Planificación (SR): esta es información usada para solicitar un recurso de UL-SCH y se transmite usando esquema de Modulación Activada Desactivada (OOK).
- HARQ ACK/NACK: esto es una señal de respuesta a un paquete de datos de enlace descendente en un PDSCH e indica si el paquete de datos de enlace descendente se ha recibido satisfactoriamente. Se transmite una señal de ACK/NACK de 1 bit como una respuesta a una única palabra de código de enlace descendente y se transmite una señal de ACK/NACK de 2 bits como una respuesta a dos palabras de código de enlace descendente.

- Indicador de Calidad de Canal (CQI): esta es información de realimentación acerca de un canal de enlace descendente. La información de realimentación con respecto a Múltiple Entrada Múltiple Salida (MIMO) incluye el Indicador de Clasificación (RI) y el Indicador de Matriz de Precodificación (PMI). Se usan 20 bits para cada subtrama.

5 La cantidad de información de control (UCI) que un UE puede transmitir a través de una subtrama depende del número de símbolos de SC-FDMA disponibles para transmisión de información de control. Los símbolos de SC-FDMA disponibles para transmisión de información de control corresponden a símbolos de SC-FDMA distintos de los símbolos de SC-FDMA de la subtrama, que se usan para transmisión de señal de referencia. En el caso de una subtrama en la que está configurada una Señal de Referencia de Sondeo (SRS), el último símbolo de SC-FDMA de la subtrama se excluye de los símbolos de SC-FDMA disponibles para transmisión de información de control. Se usa una señal de referencia para detectar la coherencia del PUCCH. El PUCCH soporta 7 formatos de acuerdo con información transmitida en los mismos.

La Tabla 2 muestra la relación de mapeo entre formatos de PUCCH y UCI en LTE.

[Tabla 2]

Formato de PUCCH	UCI (Información de Control de Enlace Ascendente)
Formato 1	SR (Solicitud de Planificación) (forma de onda no modulada)
Formato 1a	1 bit HARQ ACK/NACK (existe/no existe SR)
Formato 1b	2 bits HARQ ACK/NACK (existe/no existe SR)
Formato 2	CSI (20 bits codificados)
Formato 2	CSI y 1 o 2 bits HARQ ACK/NACK (20 bits) (CP extendido únicamente)
Formato 2a	CSI y 1 bit HARQ ACK/NACK (20+1 bits codificados)
Formato 2b	CSI y 2 bits HARQ ACK/NACK (20+2 bits codificados)
Formato 3 (LTE-A)	HARQ ACK/NACK (+ SR) (48 bits)

15 Puesto que un UE de LTE no puede transmitir simultáneamente un PUCCH y un PUSCH, la UCI (por ejemplo CQI/PMI, HARQ-ACK, RI, etc.) se multiplexa en una región de PUSCH cuando la UCI necesita transmitirse a través de una subtrama en la que se transmite un PUSCH. Por ejemplo, cuando necesita transmitirse el HARQ-ACK en una subtrama asignada para transmisión de PUSCH, el UE multiplexa datos de UL-SCH y el HARQ-ACK antes de ensanchamiento de DFT, y a continuación transmite información de control y datos mediante un PUSCH.

20 Se describirá ahora un procedimiento para transmitir ACK/NACK en un sistema de TDD. TDD divide una banda de frecuencia en subtramas de DL y subtramas de UL en el dominio de tiempo para usar la banda de frecuencia (se hace referencia a la Figura 2(b)). Por consiguiente, puede asignarse un número mayor de subtramas de DL o un número mayor de subtramas de UL en una situación de tráfico de datos asimétrica de DL/UL, y por lo tanto las subtramas de DL pueden no corresponder uno a uno a subtramas de UL en TDD. Particularmente, cuando el número de subtramas de DL es mayor que el número de subtramas de UL, el UE puede necesitar transmitir respuestas de ACK/NACK a una pluralidad de PUSCH (y/o PDCCH que requieren respuestas de ACK/NACK) en una pluralidad de subtramas de DL a través de una única subtrama de UL. Por ejemplo, la proporción del número de subtramas de DL al número de subtramas de UL puede establecerse como M:1 de acuerdo con la configuración de TDD. En este punto, M indica el número de subtramas de DL que corresponde a una subtrama de UL. En este caso, el UE necesita transmitir respuestas de ACK/NACK a una pluralidad de PDSCH (o PDCCH que requieren respuestas de ACK/NACK) en M subtramas de DL a través de una subtrama de UL.

La Figura 6 ilustra un procedimiento para transmitir ACK/NACK de UL de TDD.

35 Haciendo referencia a la Figura 6, un UE puede recibir una o más señales de PDSCH en M subtramas de DL (SF) (S502\_0 a S502\_M-1). Cada señal de PDSCH se usa para transmitir uno o más (por ejemplo 2) bloques de transporte (TB) (o palabras de código) de acuerdo con el modo de transmisión. Una señal de PDCCH que requiere una respuesta de ACK/NACK, por ejemplo, una señal de PDCCH que indica (enlace descendente) SPS (Planificación Semi-persistente) (simplemente, señal de PDCCH de liberación de SPS) puede recibirse también en la etapa S502\_0 a S502\_M-1, que no se muestra. Cuando está presente una señal de PDSCH y/o un PDCCH de liberación de SPS en las M subtramas de DL, el UE transmite ACK/NACK a través de una subtrama de UL que corresponde a las M subtramas de DL mediante procesos para transmitir generación de ACK/NACK (por ejemplo generación de ACK/NACK (carga útil), asignación de recursos de ACK/NACK, etc.) (S504). ACK/NACK incluye información de acuse de recibo acerca de la señal de PDSCH y/o un PDCCH de liberación de SPS recibido en la etapa S502\_0 a S502\_M-1. Aunque se transmite el ACK/NACK mediante un PUCCH básicamente, el ACK/NACK se transmite mediante un PUSCH cuando se transmite un PUSCH en el tiempo de transmisión de ACK/NACK. Pueden usarse diversos formatos de PUCCH mostrados en la Tabla 2 para transmisión de ACK/NACK. Para reducir el número de bits de ACK/NACK transmitidos a través de un formato de PUCCH, pueden usarse diversos procedimientos tales como agrupación de ACK/NACK y selección de canal de ACK/NACK.

Como se ha descrito anteriormente, en TDD, ACK/NACK relacionados con datos recibidos en las M subtramas de DL se transmiten a través de una subtrama de UL (es decir M SF de DL : 1 SF de UL) y la relación entre ellos se determina mediante un DASI (Índice de Ajuste de Asociación de Enlace Descendente).

5 La Tabla 3 muestra DASI (K: {k0, k1, ..., k-1}) definido en LTE(-A). La Tabla 3 muestra el espaciado entre una subtrama de UL que transmite ACK/NACK y una subtrama de DL relacionada con la subtrama de UL. Específicamente, cuando un PDCCH que indica transmisión de PDSCH y/o liberación de SPS (enlace descendente) está presente en una subtrama n-k (k ∈ K), el UE transmite ACK/NACK en una subtrama n.

[Tabla 3]

Configuración de UL-DL	Subtrama n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	-	6	-	4	-	-	6	-	4
1	-	-	7, 6	4	-	-	-	7, 6	4	-
2	-	-	8, 7, 4, 6	-	-	-	-	8, 7, 4, 6	-	-
3	-	-	7, 6, 11	6, 5	5, 4	-	-	-	-	-
4	-	-	12, 8, 7, 11	6, 5, 4, 7	-	-	-	-	-	-
5	-	-	13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	7	7	5	-	-	7	7	-

10 Cuando el UE transmite una señal de ACK/NACK en TDD, puede encontrarse el siguiente problema.

- Cuando el UE puede parte de los PDCCH transmitidos desde una BS durante varios periodos de subtramas, el UE no puede tener conocimiento de que un PDSCH que corresponde a un PDCCH perdido se ha transmitido al mismo, y por lo tanto puede generarse un error durante la generación de ACK/NACK.

15 Para evitar este error, un sistema de TDD incluye un DAI (Índice de Asignación de Enlace Descendente) en un PDCCH. El DAI representa un valor de acumulación (es decir valor contado) de el o los PDCCH que corresponde al o a los PDSCH y al o a los PDCCH que indica liberación de SPS (enlace descendente) hasta la subtrama actual en la subtrama subtramas de DL n-k (k∈K). Por ejemplo, cuando 3 subtramas de DL corresponden a una subtrama de UL, los PDCCH relacionados con planificación de enlace descendente (por ejemplo un PDCCH que corresponde a un PDSCH, y PDCCH de liberación de SPS de enlace descendente) transmitidos en las 3 subtramas de DL se indexan secuencialmente (es decir se cuentan secuencialmente) y se llevan en un PDCCH de planificación de PDSCH. El UE puede tener conocimiento de si los PDCCH anteriores se han recibido satisfactoriamente usando información de DAI incluida en un PDCCH. Un DAI incluido en el PDCCH de planificación de PDSCH y PDCCH de liberación de SPS (enlace descendente) se denomina como un DAI de DL, DAI-c (contador), o simplemente DAI.

20 La Tabla 4 muestra un valor  $V_{DAI}^{DL}$  indicado por un campo de DAI de DL.

25

[Tabla 4]

DAI MSB, LSB	$V_{DAI}^{DL}$	Número de subtramas con transmisión de PDSCH y con PDCCH que indica liberación de SPS de DL
0,0	1	1 o 5 o 9
0,1	2	2 o 6
1,0	3	3 o 7
1,1	4	0 o 4 u 8

• MSB: Bit Más Significativo, LSB: Bit Menos Significativo

30 La Figura 7 ilustra un sistema de comunicación de agregación de portadora (CA). Para usar una banda de frecuencia más ancha, un sistema de LTE-A emplea tecnología de CA (o agregación de ancho de banda) que agrega una pluralidad de bloques de frecuencia de UL/DL para obtener un ancho de banda de UL/DL más ancho. Cada bloque de frecuencia se transmite usando una portadora de componente (CC). La CC puede considerarse como una frecuencia de portadora (o portadora central, frecuencia central) para el bloque de frecuencia.

35 Haciendo referencia a la Figura 7, puede agregarse una pluralidad de CC de UL/DL para soportar un ancho de banda de UL/DL más ancho. Las CC pueden ser contiguas o no contiguas en el dominio de frecuencia. Los anchos de banda de las CC pueden determinarse independientemente. Puede implementarse CA asimétrica en la que el número de CC de UL es diferente del número de CC de DL. Por ejemplo, cuando hay dos CC de DL y una CC de

UL, las CC de DL pueden corresponder a la CC de UL en la relación de 2:1. Un enlace de CC de DL/CC de UL puede fijarse o configurarse semi-estáticamente en el sistema. Incluso si el ancho de banda del sistema está configurado con N CC, una banda de frecuencia que un UE específico puede monitorizar/recibir puede limitarse a M (<N) CC. Pueden establecerse diversos parámetros con respecto a CA específicamente de célula, específicamente de grupo de UE o específicamente de UE. Puede transmitirse/recibirse información de control únicamente a través de una CC específica. Esta CC específica puede denominarse como una CC Primaria (PCC) (o CC ancla) y otras CC pueden denominarse como CC Secundarias (SCC).

En LTE-A, se usa el concepto de una célula para gestionar recursos de radio. Se define una célula como una combinación de recursos de enlace descendente y recursos de enlace ascendente. Además, los recursos de enlace ascendente no son obligatorios. Por lo tanto, una célula puede estar compuesta únicamente de recursos de enlace descendente o de tanto recursos de enlace descendente como recursos de enlace ascendente. La vinculación entre las frecuencias de portadora (o CC de DL) de recursos de enlace descendente y las frecuencias de portadora (o CC de UL) de recursos de enlace ascendente puede indicarse por información de sistema. Una célula que opera en recursos de frecuencia primarios (o una PCC) puede denominarse como una célula primaria (PCell) y una célula que opera en recursos de frecuencia secundarios (o una SCC) puede denominarse como una célula secundaria (SCell). La PCell se usa para que un UE establezca una conexión inicial o reestablezca una conexión. La PCell puede referirse a una célula que opera en una CC de DL vinculada a SIB2 a una CC de UL. Adicionalmente, la PCell puede referirse a una célula indicada durante traspaso. La SCell puede configurarse después de que se establezca una conexión de RRC y puede usarse para proporcionar recursos de radio adicionales. La PCell y la SCell pueden denominarse de manera colectiva como una célula servidora. Por consiguiente, una única célula servidora compuesta de una PCell únicamente existe para un UE en un estado RRC\_Conectado, para el que no se establece CA o que no soporta CA. Por otra parte, existe una o más células servidoras, incluyendo una PCell y SCell completas, para un UE en un estado RRC\_CONECTADO, para el que se establece CA. Para CA, una red puede configurar una o más SCell además de una PCell inicialmente configurada, para que un UE soporte CA durante la configuración de conexión después de que se inicie una operación de activación de seguridad inicial.

Cuando se aplica planificación de portadora cruzada (o planificación de CC cruzada), puede transmitirse un PDCCH para asignación de enlace descendente en la CC de DL N.º 0 y puede transmitirse un PDSCH que corresponde al mismo en la CC de DL N.º 2. Para planificación de CC cruzada, puede considerarse la introducción de un campo de indicador de portadora (CIF). La presencia o ausencia del CIF en un PDCCH puede determinarse por señalización de capa superior (por ejemplo señalización de RRC) semi-estáticamente y específicamente de UE (o específicamente de grupo de UE). La línea de base de transmisión de PDCCH se resume como sigue.

- CIF desactivado: se usa un PDCCH en una CC de DL para asignar un recurso de PDSCH en la misma CC de DL o un recurso de PUSCH en una CC de UL vinculada.
- CIF activado: puede usarse un PDCCH en una CC de DL para asignar un recurso de PDSCH o PUSCH en una CC de DL/UL específica de entre una pluralidad de CC de DL/UL agregadas usando el CIF.

Cuando el CIF está presente, la BS puede asignar un PDCCH que monitoriza CC de DL para reducir complejidad de BD del UE. El PDCCH que monitoriza el conjunto CC de DL incluye una o más CC de DL como partes de CC de DL agregadas y el UE detecta/decodifica un PDCCH únicamente en las CC de DL correspondientes. Es decir, cuando la BS planifica un PDSCH/PUSCH para el UE, se transmite un PDCCH únicamente mediante el PDCCH que monitoriza el conjunto de CC de DL. El PDCCH que monitoriza el conjunto de CC de DL puede establecerse de una manera específica de UE, específica de grupo de UE o específica de célula. La expresión "PDCCH que monitoriza CC de DL" puede sustituirse por expresiones tales como "que monitoriza portadora" y "que monitoriza célula". La expresión "CC" agregada para el UE puede sustituirse por las expresiones tales como "CC servidora", "portadora servidora" y "célula servidora".

La Figura 8 ilustra planificación cuando se agrega una pluralidad de portadoras. Se supone que se agregan 3 CC de DL y CC de DL A se establece a CC de PDCCH. CC de DL A, CC de DL B y CC de DL C pueden denominarse CC servidoras, portadoras servidoras, células servidoras, etc. En caso de CIF (Campo de Indicador de Portadora) desactivado, una CC de DL puede transmitir únicamente un PDCCH que planifica un PDSCH que corresponde a la CC de DL sin un CIF (planificación de CC no cruzada). Cuando se activa el CIF de acuerdo con señalización de capa superior específica de UE (o específica de grupo de UE o específica de célula), una CC específica (por ejemplo CC de DL A) puede transmitir no únicamente un PDCCH que planifica el PDSCH que corresponde a la CC de DL A sino también los PDCCH que planifican PDSCH de otras CC de DL que usan el CIF (planificación de CC cruzada). Un PDCCH no se transmite en la CC de DL B/C.

LTE-A permite planificación de portadora cruzada para una PCC de DL y permite únicamente planificación de auto-portadora para una SCC de DL. En este caso, un PDCCH que planifica un PDSCH en la PCC de DL puede transmitirse únicamente en la PCC de DL. Por otra parte, un PDCCH que planifica un PDSCH en la SCC de DL puede transmitirse en la PCC de DL (planificación de portadora cruzada) o transmitirse en la SCC de DL (planificación de auto-portadora).

Transmisión de ACK/NACK en sistema de TDD basado en CA

Un nuevo formato de PUCCH mejorado (formato de E-PUCCH) (es decir formato 3 de PUCCH) se ha introducido para transmisión de ACK/NACK en un sistema de TDD basado en CA. En caso de FDD, el formato de E-PUCCH (es decir formato 3 de PUCCH) puede configurarse cuando una pluralidad de células (o CC) se configuran para un correspondiente UE. En caso de TDD, el formato de E-PUCCH (es decir formato 3 de PUCCH) puede configurarse cuando una o más células (o CC) se configuran para el correspondiente UE.

La Figura 9 ilustra un formato de E-PUCCH de nivel de intervalo. En el formato E-PUCCH, una pluralidad de información de ACK/NACK se transmite a través de codificación conjunta (por ejemplo codificación de Reed-Muller, codificación convolucional de bits de cola, etc.), ensanchamiento de bloque y modulación de SC-FDMA.

Haciendo referencia a la Figura 9, se transmite una secuencia de símbolos a través de un dominio de frecuencia y se aplica ensanchamiento de dominio de tiempo basado en OCC (Código de Cobertura Ortogonal) a la secuencia de símbolos. Pueden multiplexarse señales de control de múltiples UE en el mismo RB usando un OCC. Específicamente, se generan 5 símbolos de SC-FDMA (es decir parte de datos de UCI) a partir de una secuencia de símbolos {d1, d2, ...} usando un OCC (C1 a C5) con longitud 5 (SF (Factor de Ensanchamiento) = 5). En este punto, la secuencia de símbolos {d1, d2, ...} puede significar una secuencia de símbolos modulados o una secuencia de bits de palabra de código. Cuando la secuencia de símbolos {d1, d2, ...} significa la secuencia de bits de palabra de código, el bloque de la Figura 9 incluye adicionalmente un bloque de modulación. Aunque la Figura 9 muestra que se usan 2 símbolos de RS (es decir parte de RS) para un intervalo, pueden considerarse diversas aplicaciones tales como usar una parte de RS compuesta de 3 símbolos de RS y un OCC con SF=4. En este punto, puede generarse un símbolo de RS a partir de una CAZAC (Secuencia de Autocorrelación Constante de Amplitud Cero) que tiene un desplazamiento cíclico específico. Adicionalmente, puede transmitirse una RS aplicando (multiplicando) un OCC específico a una pluralidad de símbolos de RS en el dominio de tiempo.

La Figura 10 ilustra un formato de E-PUCCH de nivel de subtrama (es decir formato 3 de PUCCH).

Haciendo referencia a la Figura 10, una secuencia de símbolos {d'0 ~ d'11} está mapeada a una subportadora en un símbolo de SC-FDMA y mapeada a 5 símbolos de SC-FDMA de acuerdo con ensanchamiento de bloques usando un OCC (C1 a C5) en el intervalo 0. De manera similar, una secuencia de símbolos {d'12 ~ d'23} está mapeada a una subportadora en un símbolo de SC-FDMA y mapeada a 5 símbolos de SC-FDMA de acuerdo con ensanchamiento de bloques usando el OCC (C1 a C5) en el intervalo 1. En este punto, la secuencia de símbolos {d'0 ~ d'11} o {d'12 ~ d'23} como se muestra en cada intervalo se obtiene aplicando FFT o FFT/IFFT a la secuencia de símbolos {d1, d2, ...} de la Figura 10. Cuando la secuencia de símbolos {d'0 ~ d'11} o {d'12 ~ d'23} es una secuencia obtenida aplicando FFT a la secuencia de símbolos {d1, d2, ...} de la Figura 9, se aplica IFFT adicionalmente a {d'0 ~ d'11} o {d'12 ~ d'23} para generar símbolos de SC-FDMA. Toda la secuencia de símbolos {d'0 ~ d'23} se genera codificando conjuntamente uno o más UCI, la primera mitad {d'0 ~ d'11} se transmite a través del intervalo 0 y la segunda mitad {d'12 ~ d'23} se transmite a través del intervalo 1. El OCC puede cambiarse en una base de intervalo y se pueden aleatorizar datos de UCI en una base de símbolo de SC-FDMA.

Para detalles del formato E-PUCCH (es decir formato 3 de PUCCH), se hace referencia a 3GPP TS (Especificación Técnica) 36.211 V10.1.0 (2011. 03), 36.212 V10.1.0 (2011. 03) y 36.213 V10.1.0 (2011. 03) publicada antes de la fecha de primera prioridad de la invención (17-05-2011). Se proporcionará una descripción de un procedimiento de configuración de carga útil de ACK/NACK para el formato 3 de PUCCH con referencia a 36.213 V10.1.0 "7.3 UE procedure for reporting HARQ-ACK". Una carga útil de ACK/NACK para el formato 3 de PUCCH está configurada para cada CC y entonces las cargas útiles de ACK/NACK configuradas son continuas de acuerdo con el orden de índice de célula.

Específicamente, los bits de realimentación de HARQ-ACK para una c-ésima célula servidora (o CC de DL) se proporcionan como  $O_{c,0}^{ACK}, O_{c,1}^{ACK}, \dots, O_{c,O_c^{ACK}-1}^{ACK}$  ( $c \geq 0$ ).  $O_c^{ACK}$  representa el número de bits (es decir tamaño) de una carga útil de HARQ-ACK para la c-ésima célula. Este ejemplo corresponde a un caso en el que HARQ-ACK se modula a través de BPSK (Modulación por Desplazamiento de Fase Binaria). Cuando un modo de transmisión que soporta bloque de transporte (TB) único está configurado o se usa agrupación de HARQ-ACK espacial (por simplicidad, agrupación espacial) para la c-ésima célula servidora,  $O_c^{ACK}$  puede establecerse como  $O_c^{ACK} = M$ . En este punto, agrupación espacial significa aplicar una operación Y lógica a una respuesta de HARQ-ACK a una subtrama de DL para cada célula. Si está configurado un modo de transmisión que soporta transmisión de múltiples (por ejemplo 2) bloques de transporte y no se usa agrupación espacial para la c-ésima célula servidora,  $O_c^{ACK}$  puede establecerse como  $O_c^{ACK} = 2M$ .  $M$  indica el número de elementos en un conjunto K definido en la Tabla 3.

Cuando está configurado un modo de transmisión que soporta transmisión de bloque de transporte único o se usa agrupación espacial para la c-ésima célula servidora, la posición de cada bit de HARQ-ACK en la carga útil de HARQ-ACK de la célula servidora corresponde a  $O_{c,DAI(k)-1}^{ACK}$ . DAI(k) representa un valor de DAI de DL de un PDCCH detectado en la subtrama de DL  $n-k$ . Cuando está configurado un modo de transmisión que soporta transmisión de

múltiples (por ejemplo 2) bloques de transporte y no se usa agrupación espacial para la c-ésima célula servidora, la posición de cada bit de HARQ-ACK en la carga útil de HARQ-ACK de la célula servidora corresponde a  $O_{c,2DAI(k)-2}^{ACK}$  y  $O_{c,2DAI(k)-1}^{ACK}$ . La posición de un bit de HARQ-ACK para un PDSCH de SPS corresponde a  $O_{c,O_c^{ACK}-1}^{ACK} \cdot O_{c,2DAI(k)-2}^{ACK}$  representa HARQ-ACK para la palabra de código 0 y  $O_{c,2DAI(k)-1}^{ACK}$  representa HARQ-ACK para la palabra de código

5 1. Las palabras de código 0 y 1 respectivamente corresponden a los bloques de transporte 0 y 1 o los bloques de transporte 1 y 0 de acuerdo con intercambio. Un bit de HARQ-ACK que corresponde a PDSCH no detectado o PDCCH de liberación de SPS no detectado se establece como NACK. Cuando se transmite el formato 3 de PUCCH en una subtrama configurada para transmisión de SR, HARQ-ACK bit + SR 1 bit se transmite a través del formato 3 de PUCCH.

10 La Figura 11 ilustra un procedimiento para transmitir HARQ-ACK usando formato 3 de PUCCH convencional.

Haciendo referencia a la Figura 11, una BS transmite uno o más PDCCH y/o uno o más PDSCH a un UE (S1102). En este punto, los PDCCH incluyen (i) PDCCH con un PDSCH correspondiente, y (ii) PDCCH sin un PDSCH correspondiente (por ejemplo PDCCH de liberación de SPS). Los PDSCH incluyen (i) PDSCH con un PDCCH correspondiente (es decir PDSCH con PDCCH), y (ii) PDSCH sin un PDCCH correspondiente (es decir PDSCH sin PDCCH) (por ejemplo SPS PDSCH). A continuación, el UE genera información de control a transmitirse a través del formato 3 de PUCCH. La información de control incluye información de HARQ-ACK para el uno o más PDCCH y/o uno o más PDSCH, preferentemente, un PDCCH de liberación de SPS, PDSCH con PDCCH y PDSCH sin PDSCH. Cuando se transmite HARQ-ACK en una subtrama de SR, la información de control incluye adicionalmente un bit de SR. El bit de SR se añade al final (o la cabecera) de un flujo de bits de HARQ-ACK. Una señal de formato 3 de PUCCH se genera a partir de la información de control a través de los procedimientos ilustrados en las Figuras 11 y 12. El UE establece potencia de transmisión de PUCCH para transmisión de PUCCH (S1104), y la señal de formato 3 de PUCCH se transmite a la BS a través de un procedimiento de control de potencia (S1106).

Se proporcionará una descripción detallada del ajuste convencional de la potencia de transmisión de PUCCH (S1104), que se centra en el formato 3 de PUCCH. Cuando una célula servidora c es una célula primaria, la potencia de transmisión del UE  $P_{PUCCH}(i)$  para la transmisión de PUCCH en una subtrama i se proporciona como sigue.

[Ecuación 1]

$$P_{PUCCH}(i) = \min \left\{ P_{CMAX,c}(i), P_{0\_PUCCH} + PL_c + h(\cdot) + \Delta_{F\_PUCCH}(F) + \Delta_{TxD}(F') + g(i) \right\} \quad [\text{dBm}]$$

En este punto,  $P_{CMAX,c}(i)$  indica un valor máximo de potencia de transmisión establecido para la célula servidora c, específicamente, la potencia de transmisión del UE definida en la subtrama i para la célula servidora c, más específicamente, la potencia de transmisión del UE máxima definida en la subtrama i para la célula servidora c.

$P_{0\_PUCCH}$  es un parámetro que corresponde a la suma de  $P_{0\_NOMINAL\_PUCCH}$  y  $P_{0\_UE\_PUCCH}$ .  $P_{0\_NOMINAL\_PUCCH}$  y  $P_{0\_UE\_PUCCH}$  se proporcionan mediante una capa superior (por ejemplo capa de RRC (Control de Recursos de Radio)).

$PL_c$  indica una estimación de pérdida de trayectoria de enlace descendente para la célula servidora c.  $PL_c$  se calcula por el UE y se obtiene usando una diferencia entre una potencia de señal de referencia proporcionada por una capa superior y una potencia recibida de señal de referencia (RSRP). Por ejemplo,  $PL_c$  puede proporcionarse como Potencia de Señal de referencia - RSRP.

El parámetro  $\Delta_{F\_PUCCH}(F)$  se proporciona por una capa superior. Cada valor de  $\Delta_{F\_PUCCH}(F)$  representa un valor que corresponde a un formato PUCCH con respecto al formato 1a de PUCCH. El formato F de PUCCH como se define en la Tabla 2.  $\Delta_{F\_PUCCH}(F)$  es 0, un número entero negativo o un número entero positivo. Por ejemplo,  $\Delta_{F\_PUCCH}(F)$  puede ser -2 dB, 0 dB o 1 dB.

Cuando el UE está configurado por una capa superior para transmitir un PUCCH a través de una pluralidad de (por ejemplo 2) puertos de antena, se proporciona el parámetro  $\Delta_{TxD}(F')$  por la capa superior. El formato F' de PUCCH es como se define en la Tabla 2. De otra manera, es decir, cuando el UE está configurado para transmitir un PUCCH a través de un único puerto de antena,  $\Delta_{TxD}(F')$  es 0. Es decir,  $\Delta_{TxD}(F')$  corresponde a un valor de compensación de potencia en consideración de un modo de transmisión de puerto de antena.

$h(\cdot)$  es un valor dependiente del formato de PUCCH.  $h(\cdot)$  es una función que tiene al menos uno de  $n_{CQI}$ ,  $n_{HARQ}$  y  $n_{SR}$  como un parámetro.

Puesto que la información transmitida a través del formato 3 de PUCCH es HARQ-ACK o HARQ-ACK+SR,  $h(\cdot)$  es

una función de  $n_{HARQ}$  y  $n_{SR}$  en caso del formato 3 de PUCCH. Específicamente,  $h(\cdot) = \frac{n_{HARQ} + n_{SR} - 1}{3}$  cuando el UE está configurado para transmitir una señal de PUCCH a través de dos puertos de antena o el número de bits de HARQ-ACK es mayor que 11, y en otros casos (es decir transmisión de puerto de única antena)  $h(\cdot) = \frac{n_{HARQ} + n_{SR} - 1}{2}$ .

5 En este punto,  $n_{SR}$  es 0 o 1, y se usa para controlar potencia de PUCCH en relación a SR.

En este punto,  $n_{HARQ}$  se usa para controlar potencia de PUCCH en relación a HARQ-ACK.

En caso de configuración 0 de UL-DL de TDD (Tabla 1),  $n_{HARQ}$  se representa como la Ecuación 2.

[Ecuación 2]

$$n_{HARQ} = \sum_{c=0}^{C-1} \sum_{k \in K} N_{k,c}^{recibido}$$

10 En este punto, C indica el número de células (DL) configuradas. Cuando se aplica agrupación espacial,  $N_{k,c}^{recibido}$  representa el número de PDCCH y/o PDSCH de SPS (es decir PDSCH sin un PDCCH correspondiente) recibido en la subtrama  $n-k$  ( $k \in K$ ) (se hace referencia a la Tabla 3) y la célula servidora c. Más en general,  $N_{k,c}^{recibido}$  indica el número de PDCCH que planifican la célula servidora c, recibido en la subtrama  $n-k$  ( $k \in K$ ) (se hace referencia a la Tabla 3), y/o los PDSCH de SPS (es decir PDSCH sin un PDCCH correspondiente) recibido en la célula servidora c.

15 Cuando no se aplica agrupación espacial,  $N_{k,c}^{recibido}$  indica el número de bloque o bloques de transporte y/o (enlace descendente) PDCCH de liberación de SPS recibidos en la subtrama  $n-k$  ( $k \in K$ ) (se hace referencia a la Tabla 3) y la célula servidora c.  $N_{k,c}^{recibido}$  es un número entero igual a o mayor que 0. En este punto, la subtrama  $n$  corresponde a la subtrama i en la que se transmite una señal de PUCCH.

En caso de configuraciones 1 a 6 de UL-DL de TDD (Tabla 1),  $n_{HARQ}$  se representa como la Ecuación 3.

20 [Ecuación 3]

$$n_{HARQ} = \sum_{c=0}^{C-1} \left( (V_{DAI,c}^{DL} - U_{DAI,c}) \cdot n_c^{ACK} + \sum_{k \in K} N_{k,c}^{recibido} \right)$$

En este punto, C, c y  $N_{k,c}^{recibido}$  se definen como en la Ecuación 2.  $V_{DAI,c}^{DL}$  indica un valor de DAI de DL incluido en el PDCCH finalmente recibido por el UE de entre los PDCCH que planifican la célula servidora c. En otras palabras,  $V_{DAI,c}^{DL}$  indica un valor de DAI de DL incluido en el PDCCH finalmente recibido por el UE de entre los PDCCH para la célula servidora c. De manera equivalente (se hace referencia a 36.213 V10.1.0 (2011. 03) "7.3 UE procedure for reporting HARQ-ACK"),  $V_{DAI,c}^{DL}$  representa un valor de DAI de DL incluido en un PDCCH detectado por el UE en la subtrama  $n - k_m$  y la célula servidora c. En este punto,  $k_m$  es un valor mínimo de k que corresponde a un PDCCH detectado en el conjunto K ( $k \in K$ ) (se hace referencia a la Tabla 3). En este punto, el PDCCH incluye un PDCCH para planificación de DL, por ejemplo, un PDCCH que tiene formato 1/1A/1B/1D/2/2A/2B/2C de DCI. Cuando no se detecta bloque de transporte ni PDCCH de liberación de SPS en la subtrama  $n-k$  ( $k \in K$ ) (se hace referencia a la Tabla 3) y la célula servidora c,  $V_{DAI,c}^{DL} = 0$ .

En este punto,  $U_{DAI,c}$  indica el número de PDCCH que planifican la célula servidora c, recibidos por el UE. En otras palabras,  $U_{DAI,c}$  representa el número de PDCCH para la célula servidora c, recibidos por el UE. De manera equivalente (se hace referencia a 36.213 V10.1.0 (2011. 03) "7.3 UE procedure for reporting HARQ-ACK"),  $U_{DAI,c}$  indica el número total de PDCCH detectados por el UE en la subtrama  $n-k$  ( $k \in K$ ) (se hace referencia a la Tabla 3) y la célula servidora c. En este punto, los PDCCH incluyen PDCCH con PDSCH y PDCCH de liberación de SPS.

En este punto,  $n_c^{ACK}$  indica el número de bits de HARQ-ACK que corresponden a un modo de transmisión de DL configurado en la célula servidora c. Cuando se aplica agrupación espacial,  $n_c^{ACK} = 1$ . por otra parte, cuando está configurado un modo de transmisión que soporta transmisión de múltiples (por ejemplo 2) bloques de transporte y no

se aplica agrupación espacial,  $n_c^{ACK} = 2$ .

Además,  $g(i)$  indica un estado de ajuste de control de potencia de PUCCH actual. Específicamente,  $g(i) = g(i-1) + \sum_{m=0}^{M-1} \delta_{PUCCH}(i-k_m)$ .  $g(0)$  es el primer valor después de resetear.  $\delta_{PUCCH}$  es un valor de corrección específico de UE y puede denominarse un comando de TPC. En caso de PCell,  $\delta_{PUCCH}$  está incluido en un PDCCH que tiene formato 1A/1B/1D/1/2A/2/2B/2C de DCI. Adicionalmente,  $\delta_{PUCCH}$  está codificado conjuntamente con un valor de corrección de PUCCH específico de UE en un PDCCH que tiene formato 3/3A de DCI.

La Figura 12 ilustra una configuración de carga útil de HARQ-ACK y control de potencia de formato 3 de PUCCH de acuerdo con el mismo. Por conveniencia, la Figura 12 ilustra un caso en el que están configuradas dos células servidoras (célula servidora N.º 0 y N.º 1) para un UE y  $M=4$  (por ejemplo configuraciones N.º 2 y N.º 4 de UL-DL). Se supone que cada célula servidora está configurada a un modo de transmisión para soportar transmisión de bloque de transporte único o configurada de manera que se aplica agrupación espacial. En la figura, los índices de SF de DL representan lógicamente el orden de  $M$  de SF de DL. Los índices de SF de DL reales pueden ser diferentes de estos índices de SF de DL. La Figura 12 puede corresponder a tanto planificación de CC no cruzada como planificación de CC cruzada.

Haciendo referencia a la Figura 12, la BS transmite 3 PDCCH en la célula servidora N.º 3 al UE. DAI-c=1, DAI-c=2 y DAI-c=3 están incluidos respectivamente en los 3 PDCCH. La BS transmite 2 PDCCH en la célula servidora N.º 1 al UE, y DAI-c=1 y DAI-c=2 están incluidos respectivamente en los 2 PDCCH. En este caso, se supone que el UE ha detectado los 3 PDCCH en la célula servidora N.º 0 (es decir  $V_{DAI,0}^{DL} = 3$ ,  $U_{DAI,0} = 3$ ) y ha detectado únicamente el segundo PDCCH en la célula servidora N.º 1 (es decir  $V_{DAI,1}^{DL} = 2$ ,  $U_{DAI,1} = 1$ ). Como se ha descrito anteriormente con referencia a la Figuras 9 y 10, cuando está configurado el formato 3 de PUCCH, el número de bits de HARQ-ACK para cada célula servidora se determina por un valor de  $M$  de acuerdo con una configuración de UL-DL, un modo de transmisión, y si se aplica agrupación espacial, y si se ha realizado transmisión de PDCCH y/o PDSCH real en la subtrama de DL correspondiente no se considera. En este ejemplo, puesto que  $M=4$  y se aplica agrupación espacial, el UE genera HARQ-ACK de 4 bits para cada célula y concatena los HARQ-ACK en el orden de índices de célula.

Cuando se establece una potencia de transmisión de PUCCH, todos los bits en una carga útil de HARQ-ACK no se reflejan en la potencia de transmisión del PUCCH. Únicamente se refleja un bit o bits de HARQ-ACK que tienen información válida en la carga útil de HARQ-ACK en la potencia de transmisión de PUCCH a través de  $n_{HARQ}$ . Es decir, un bit de HARQ-ACK incluido en la carga útil de HARQ-ACK para mantener simplemente un tamaño de carga útil de HARQ-ACK no se refleja en la potencia de transmisión de PUCCH. Si no se recibe PDSCH sin PDCCH (por ejemplo SPS de PDSCH),  $N_{k,c}^{recibido} = U_{DAI,c}$  y  $n_{HARQ}$  es 5 de acuerdo con la Ecuación 3. Es decir, únicamente se refleja potencia que corresponde a 5 bits de HARQ-ACK de entre un total de 8 bits de HARQ-ACK en la potencia de transmisión de PUCCH.

Se proporcionará una descripción de un problema en el procedimiento de control de potencia convencional para el formato 3 de PUCCH. La Ecuación 3 convencional se usa para determinar  $n_{HARQ}$  basándose en el número de bloques de transporte (TB) (o PDCCH) planificados para el UE para cada célula servidora y para realizar control de potencia de PUCCH final aplicando  $n_{HARQ}$ . Específicamente, de acuerdo con la Ecuación 3, el número de PDCCH que no se han detectado por el UE (el UE puede determinar que los PDCCH no se han detectado aunque el UE no haya recibido los PDCCH) se multiplica por  $n_c^{ACK}$  (un número máximo de TB que pueden transmitirse a través de la célula servidora  $c$  en una subtrama de DL cuando no se aplica agrupación espacial) y se suman con el número de TB (o PDCCH) realmente recibidos por el UE para cada célula servidora para calcular el número de TB (o PDCCH) planificados para cada célula servidora, y la suma de los números de TB para todas las células servidoras se determina como  $n_{HARQ}$  final. Más específicamente,  $(V_{DAI,c}^{DL} - U_{DAI,c})$  en la Ecuación 3 se usa para reflejar DTX (es decir, PDCCH perdido) detectado por el UE en la célula servidora  $c$  en potencia de PUCCH. Por ejemplo,  $V_{DAI,1}^{DL} = 2$  y  $U_{DAI,1} = 1$  en la Figura 12, el UE puede reconocer 1 ( $= V_{DAI,c}^{DL} - U_{DAI,c}$ ) DTX en la célula servidora N.º 1 y reflejar DTX en potencia de PUCCH.

Sin embargo, aunque se aplica la operación módulo 4 a DAI-c (es decir  $V_{DAI}^{DL}$ ) como sigue, puesto que  $U_{DAI}$  representa el número de PDCCH realmente recibidos,  $n_{HARQ}$  puede no calcularse exactamente usando la Ecuación 3 convencional cuando  $M > 4$  (por ejemplo  $M=9$ ) (por ejemplo configuración N.º 5 de UL-DL de la Tabla 1).

Considerando una configuración de TDD (por ejemplo la configuración 5 de UL-DL de la Tabla 1) en la que SF de DL:SF de UL = 9:1, se aplica la siguiente operación módulo 4 a DAI-c de 2 bits.

- DAI-c del primer, quinto o noveno PDSCH planificado o PDCCH de concesión de DL equivale a 1.
- DAI-c del segundo o sexto PDSCH planificado o PDCCH de concesión de DL equivale a 2.

- DAI-c del tercer o séptimo PDSCH planificado o PDCCH de concesión de DL equivale a 3.
- DAI-c del cuarto o noveno PDSCH planificado o PDCCH de concesión de DL equivale a 4.

La Figura 13 ilustra un problema en el procedimiento de control de potencia convencional anteriormente descrito para formato 3 de PUCCH. Este ejemplo supone que una célula está configurada para un UE. El procedimiento ilustrado en la Figura 12 puede aplicarse a un caso en el que una pluralidad de células están configuradas para el UE. En este ejemplo, M=9 (por ejemplo configuración N.º 5 de UL-DL). Este ejemplo está basado en la suposición de que una célula servidora está configurada a un modo de transmisión que soporta transmisión de bloque de transporte único o configurada de manera que se aplica agrupación espacial. En la Figura 13, los índices de SF de DL representan el orden lógico de M de SF de DL. Los índices de SF de DL reales pueden diferenciarse de estos índices de SF de DL.

Haciendo referencia a la Figura 13, puede suponerse que la BS transmite 5 PDCCH (es decir DAI-c = 1, 2, 3, 4, 1) que planifican la célula servidora c y el UE recibe únicamente 4 PDCCH (es decir  $U_{DAI,c}=4$ ) incluyendo el último PDCCH (es decir  $V_{DAI,c}^{DL}=1$ ). En este caso, puesto que el número de PDCCH que falló al detectarse es 1,  $n_{HARQ}$  debería ser 5 si no se ha recibido PDSCH de SPS. Sin embargo, de acuerdo con la Ecuación 3,  $n_{HARQ}$  es 1 puesto que  $(V_{DAI,c}^{DL} - U_{DAI,c}) = -3$ . por consiguiente, la potencia para 4 bits de HARQ-ACK no se ve reflejada en la potencia de transmisión de PUCCH, y por lo tanto una probabilidad de error de decodificación de HARQ-ACK aumenta en la BS.

Para resolver el problema anterior, la presente invención propone un procedimiento para determinar un parámetro de control de potencia  $n_{HARQ}$ , que puede aplicarse cuando M>4. El procedimiento propuesto descrito a continuación puede usarse en general cuando M≤ 4.

La Figura 14 ilustra un procedimiento para transmitir formato 3 de PUCCH de acuerdo con una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la Figura 14, una BS transmite uno o más PDCCH y/o uno o más PDSCH a un UE (S1402). En este punto, los PDCCH incluyen (i) PDCCH con un PDSCH correspondiente, y (ii) PDCCH sin un PDSCH correspondiente (por ejemplo PDCCH de liberación de SPS). Los PDSCH incluyen (i) PDSCH con un PDCCH correspondiente (es decir PDSCH con PDCCH), y (ii) PDSCH sin un correspondiente PDCCH (es decir PDSCH sin PDCCH) (por ejemplo SPS PDSCH). A continuación, el UE genera información de control a transmitirse a través de formato 3 de PUCCH. La información de control incluye información de HARQ-ACK para el uno o más PDCCH y/o uno o más PDSCH, preferentemente, un PDCCH de liberación de SPS, PDSCH con PDCCH y PDSCH sin PDSCH. Cuando se transmite HARQ-ACK en una subtrama de SR, la información de control incluye adicionalmente un bit de SR. El bit de SR se añade al final (o la cabecera) de un flujo de bits de HARQ-ACK. Una señal de formato 3 de PUCCH se genera a partir de la información de control a través de los procedimientos ilustrados en las Figuras 11 y 12. El UE establece una potencia de transmisión de PUCCH para transmisión de PUCCH (S1404), y la señal de formato 3 de PUCCH se transmite a la BS a través de un procedimiento de control de potencia (S1406).

El ajuste de la potencia de transmisión de PUCCH (S1404) se realiza usando la Ecuación 1. Es decir, cuando célula servidora c es una célula primaria, la potencia de transmisión del UE  $P_{PUCCH}(i)$  para la transmisión de PUCCH en una subtrama i se proporciona como sigue.

$$P_{PUCCH}(i) = \min \left\{ P_{C_{MAX,c}}(i), P_{0\_PUCCH} + PL_c + h(\cdot) + \Delta_{F\_PUCCH}(F) + \Delta_{TxD}(F') + g(i) \right\} \quad [\text{dBm}]$$

En este punto,  $P_{C_{MAX,c}}(i)$ ,  $P_{0\_PUCCH}$ ,  $PL_c$ ,  $\Delta_{F\_PUCCH}(F)$ ,  $\Delta_{TxD}(F)$  y  $g(i)$  son como se describen con respecto a la Ecuación 1.

$h(\cdot)$  se proporciona como  $h(\cdot) = \frac{n_{HARQ} + n_{SR} - 1}{3}$ , o  $h(\cdot) = \frac{n_{HARQ} + n_{SR} - 1}{2}$  como se ha descrito anteriormente con referencia a la Ecuación 1.

En este punto,  $n_{HARQ}$  puede proporcionarse de acuerdo con la Ecuación 4 propuesta por la presente invención.

[Ecuación 4]

$$n_{HARQ} = \sum_{c=0}^{C-1} \left( \left( (V_{DAI,c}^{DL} - U_{DAI,c}) \bmod 4 \right) \cdot n_c^{ACK} + \sum_{k \in K} N_{k,c}^{recibido} \right)$$

En este punto,  $C, c, V_{DAI,c}^{DL}, U_{DAI,c}, n_c^{ACK}$  y  $N_{k,c}^{recibido}$  son como se definen en las Ecuaciones 2 y 3. En la Ecuación 4, mod representa una operación módulo. Específicamente, A mod B representa un resto cuando A se divide por B. Tanto A como B son números enteros. Un resultado de A mod B es como sigue.

[Tabla 5]

A	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
A mod 4	0	1	2	3	0	1	2	3	0

- 5 De acuerdo con la Ecuación 3 convencional, el número de PDCCH (o PDSCH correspondientes) a partir de los que se detecta DTX no se refleja correctamente en el control de potencia de PUCCH cuando  $(V_{DAI,c}^{DL} - U_{DAI,c})$  es un número negativo. De acuerdo con el procedimiento propuesto, sin embargo, el número de PDCCH a partir de los que se detecta DTX se calcula correctamente mediante la operación módulo 4 incluso cuando  $(V_{DAI,c}^{DL} - U_{DAI,c})$  es un número negativo, y por lo tanto el número correcto de bits de HARQ-ACK puede reflejarse en el control de potencia de PUCCH. Por ejemplo, suponiendo que  $U_{DAI,c} = 5$ , puede ser 2 (es decir 6 PDCCH) y 3 (es decir 7 PDCCH) cuando el número de PDCCH que fallan al detectarse en una correspondiente célula servidora es 1 y 2, respectivamente. En este caso, mientras  $(V_{DAI,c}^{DL} - U_{DAI,c})$  es -3 y -2, 1 y 2 se usan para control de potencia de PUCCH de acuerdo con la operación módulo 4.
- 10
- 15 De manera equivalente a la Ecuación 4,  $n_{HARQ}$  puede proporcionarse de acuerdo con la Ecuación 5 propuesta mediante presente invención.

[Ecuación 5]

$$n_{HARQ} = \sum_{c=0}^{C-1} \left( (V_{DAI-\text{mod}4,c}^{DL} - U_{DAI,c}) \cdot n_c^{ACK} + \sum_{k \in K} N_{k,c}^{recibido} \right)$$

- En este punto,  $C, c, U_{DAI,c}, n_c^{ACK}$  y  $N_{k,c}^{recibido}$  son como se define en las Ecuaciones 3.  $V_{DAI-\text{mod}4,c}^{DL}$  es un parámetro que considera la operación módulo 4. Por ejemplo,  $V_{DAI-\text{mod}4,c}^{DL}$  es igual a  $U_{DAI,c}$  o un valor más pequeño de  $(4k + V_{DAI,c}^{DL})$  ( $k$  es un número entero igual a o mayor que 0) de entre números mayores que  $U_{DAI,c}$ .
- 20

Incluso en el caso de las Ecuaciones 4 y 5, pueden tener lugar errores cuando el número de PDCCH que fallaron al detectarse en la célula servidora sea 4 o más. Sin embargo, una probabilidad de que el error tenga lugar es muy baja, y por lo tanto puede realizarse control de potencia estable y eficaz de acuerdo con el procedimiento propuesto.

- 25 La Figura 15 ilustra control de potencia para formato 3 de PUCCH de acuerdo con una realización de la presente invención. La presente realización está basada en la suposición de que una célula está configurada para un UE. El procedimiento ilustrado en la Figura 12 puede aplicarse a un caso en el que una pluralidad de células están configuradas para el UE. La presente realización muestra un caso en el que  $M=9$  (por ejemplo configuración N.º 5 de UL-DL) de acuerdo con configuración de UL-DL. La presente realización está basada en la suposición de que una célula servidora está configurada a un modo de transmisión que soporta transmisión de bloque de transporte único o configurada de manera que se aplica agrupación espacial. En la Figura 13, los índices de SF de DL representan el orden lógico de  $M$  SF de DL. Los índices de SF de DL pueden diferenciarse de aquellos índices de SF de DL.
- 30

- Haciendo referencia a la Figura 15, puede suponerse que la BS transmite 5 PDCCH (es decir  $DAI-c = 1, 2, 3, 4, 1$ ) que planifican la célula servidora  $c$  y el UE recibe únicamente 4 PDCCH (es decir  $U_{DAI,c}=4$ ) incluyendo el último PDCCH (es decir  $V_{DAI,c}^{DL}=1$ ). En este caso, si no se recibe PDSCH de SPS,  $n_{HARQ}$  debería ser 5. Sin embargo,  $n_{HARQ}$  es 1 de acuerdo con el procedimiento convencional (se hace referencia a la Figura 13). Sin embargo, de acuerdo con el procedimiento propuesto,  $n_{HARQ}$  se establece correctamente como 5. El procedimiento propuesto puede usarse en general para configuraciones de UL-DL en las que  $M>4$  así como configuraciones de UL-DL en las que  $M \leq 4$ .
- 35

- 40 Se ha descrito anteriormente un caso en el que  $N_{k,c}^{recibido}, V_{DAI,c}^{DL}$  y  $U_{DAI,c}$  basándose en los PDCCH recibidos en la célula servidora  $c$ . Esto es por conveniencia de descripción y corresponde a planificación de CC no cruzada. Considerando la planificación de CC cruzada,  $N_{k,c}^{recibido}, V_{DAI,c}^{DL}$  y  $U_{DAI,c}$  se obtiene basándose en los PDCCH que planifica la célula servidora  $c$ . En este caso, los PDCCH para la célula servidora  $c$  se reciben a través de una PCell o a célula configurada para monitorización de PDCCH.

La Figura 16 ilustra una estación base (BS) y un equipo de usuario (UE) aplicables a una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la Figura 16, un sistema de comunicación de RF incluye una estación base (BS) 110 y un equipo de usuario (UE) 120. La BS 110 incluye un procesador 112, una memoria 114 y una unidad 116 de radiofrecuencia (RF). El procesador 112 puede configurarse para implementar los métodos y/o procedimientos propuestos mediante la presente invención. La memoria 114 está conectada al procesador 112 y almacena diversos tipos de información relacionada con operaciones del procesador 112. La unidad 116 de RF está conectada al procesador 112 y transmite y/o recibe señales de radio. El UE 120 incluye un procesador 122, una memoria 124 y una unidad 126 de RF. El procesador 122 puede configurarse para implementar los métodos y/o procedimientos propuestos mediante la presente invención. La memoria 124 está conectada al procesador 122 y almacena diversos tipos de información relacionados con operaciones del procesador 122. La unidad 126 de RF está conectada al procesador 122 y transmite y/o recibe señales de radio. La BS 110 y el UE 120 pueden tener una única antena o múltiples antenas.

Las realizaciones de la presente invención anteriormente descritas son combinaciones de elementos y características de la presente invención. Los elementos o características pueden considerarse selectivos a menos que se mencionen de otra manera. Cada elemento o características pueden ponerse en práctica sin combinarse con otros elementos o características. Además, una realización de la presente invención puede construirse combinando partes de los elementos y/o características. Los órdenes de operación descritos en las realizaciones de la presente invención pueden reorganizarse. Algunas construcciones de cualquier realización pueden incluirse en otra realización y pueden sustituirse con construcciones correspondientes de otra realización. Es evidente para los expertos en la materia que las reivindicaciones que no se han indicado explícitamente entre sí en las reivindicaciones adjuntas pueden presentarse en combinación como una realización de la presente invención o incluirse como nueva reivindicación por la modificación posterior después de que se presente la aplicación.

En las realizaciones de la presente invención, se proporciona una descripción, que se centra en una relación de transmisión y recepción entre una BS y un UE. En algunos casos, una operación específica descrita como se realiza por la BS puede realizarse por un nodo superior de la BS. En concreto, es evidente, que en una red comprendida de una pluralidad de nodos de red que incluyen una BS, pueden realizarse diversas operaciones realizadas para comunicación con una MS por la BS, o nodos de red distintos de la BS. El término 'eNB' puede sustituirse con el término 'estación fija', 'Nodo B', 'Estación Base (BS)', 'punto de acceso', etc. El término 'UE' puede sustituirse con el término 'Estación Móvil (MS)', 'Estación de Abonado Móvil (MSS)', 'terminal móvil', etc.

Las realizaciones de la presente invención pueden conseguirse por diversos medios, por ejemplo, hardware, firmware, software, o una combinación de los mismos. En una configuración de hardware, los procedimientos de acuerdo con las realizaciones de la presente invención pueden conseguirse mediante uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), Procesadores de Señales Digitales (DSP), Dispositivos de Procesamiento de Señales Digitales (DSPD), Dispositivos Lógicos Programables (PLD), Campos de Matrices de Puertas Programables (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, etc.

En una configuración de firmware o software, las realizaciones de la presente invención pueden implementarse en forma de un módulo, un procedimiento, una función, etc. Por ejemplo, el código software puede almacenarse en una unidad de memoria y ejecutarse por un procesador. La unidad de memoria está localizada en el interior o exterior del procesador y puede transmitir y recibir datos a y desde el procesador mediante diversos medios conocidos.

Los expertos en la materia apreciarán que la presente invención puede llevarse a cabo en otras maneras específicas a las expuestas en el presente documento sin alejarse de las características esenciales de la presente invención. Las realizaciones anteriores se han de interpretar por lo tanto en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas. El alcance de la invención debería determinarse por las reivindicaciones adjuntas, no por la descripción anterior, y todos los cambios que provengan dentro del significado de las reivindicaciones adjuntas se pretende que estén abarcados en el presente documento.

### **Aplicabilidad industrial**

La presente invención es aplicable a aparatos de comunicación inalámbrica tales como un UE, un retransmisor, una BS, etc.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de transmisión de información de control de enlace ascendente en un sistema de comunicación inalámbrica de Dúplex por División en el Tiempo, TDD, comprendiendo el procedimiento:

5 transmitir Acuse de Recibo de Solicitud Automática de Repetición Híbrida, HARQ-ACK, mediante un Canal de Control de Enlace Ascendente Físico, PUCCH, en una subtrama n, en el que se determina una potencia de transmisión para el PUCCH usando la siguiente ecuación:

$$n_{\text{HARQ}} = \sum_{c=0}^{C-1} \left( \left( (V_{\text{DAI},c}^{\text{DL}} - U_{\text{DAI},c}) \bmod 4 \right) \cdot n_c^{\text{ACK}} + \sum_{k \in K} N_{k,c}^{\text{recibido}} \right),$$

en la que C indica el número de células configuradas,

10 K indica un conjunto que tiene M elementos k,  $k \in K$ , de acuerdo con la configuración de Enlace Ascendente-Enlace Descendente UL-DL, M es un número entero positivo,

$V_{\text{DAI},c}^{\text{DL}}$  es un valor indicado por un campo de Índice de Asignación de Enlace Descendente DAI de 2 bits, incluido en un Canal de Control de Enlace Descendente Físico PDCCH relacionado con planificación de enlace descendente, detectado finalmente en la subtrama o subtramas n-k en una célula servidora c,  $U_{\text{DAI},c}$  indica el número total de PDCCH relacionados con planificación de enlace descendente detectados en la subtrama o subtramas n-k en la célula servidora c,

15  $n_c^{\text{ACK}}$  indica el número de bits de HARQ-ACK que corresponden a un modo de transmisión de enlace descendente configurado en la célula servidora c, y se establece a 1 cuando se aplica agrupación espacial, cuando se aplica agrupación espacial,  $N_{k,c}^{\text{recibido}}$  representa el número de PDCCH o (Canal Compartido de Enlace Descendente Físico PDSCH, sin un PDCCH correspondiente recibido en la subtrama n-k y la célula servidora c,

20 cuando no se aplica agrupación espacial,  $N_{k,c}^{\text{recibido}}$  representa el número de bloques de transporte recibidos o PDCCH de liberación de Planificación Semi-Persistente, SPS, recibido en la subtrama n-k y la célula servidora c, y mod representa una operación módulo.

25 2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la potencia de transmisión para el PUCCH se determina usando la siguiente ecuación:

$$h(\cdot) = \frac{n_{\text{HARQ}} + n_{\text{SR}} - 1}{N},$$

en la que N es un número entero positivo, y

$n_{\text{SR}}$  se usa para ajustar la potencia de transmisión para el PUCCH en relación con una Solicitud de Planificación SR, y se establece a 0 o 1.

30 3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la potencia de transmisión para el PUCCH se determina usando la siguiente ecuación:

$$P_{\text{PUCCH}}(n) = \min \left\{ P_{\text{CMAX},c}(n), P_{0\_PUCCH} + PL_c + h(\cdot) + \Delta_{F\_PUCCH}(F) + \Delta_{\text{TxD}}(F') + g(i) \right\},$$

en la que  $P_{\text{PUCCH}}(n)$  representa la potencia de transmisión para el PUCCH,

35  $P_{\text{CMAX},c}(n)$  representa una potencia de transmisión configurada en la subtrama n para la célula servidora c,

$P_{0\_PUCCH}$  es un parámetro establecido por una capa superior,

$PL_c$  es una estimación de pérdida de trayectoria de enlace descendente de la célula servidora c,

$\Delta_{F\_PUCCH}(F)$  representa un valor que corresponde a un formato PUCCH,

$\Delta_{\text{TxD}}(F')$  es un valor establecido por una capa superior o 0, y

$g(i)$  representa un estado de ajuste de control de potencia de PUCCH actual.

40 4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema de comunicación inalámbrica opera en una de las configuraciones N. ° 1 a N. ° 6 de UL-DL.

5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema de comunicación inalámbrica opera en la configuración N. ° 5 de UL-DL.

45 6. Un dispositivo de comunicación configurado para transmitir información de control de enlace ascendente en un sistema de comunicación inalámbrica de TDD, comprendiendo el dispositivo de comunicación:

una unidad de radiofrecuencia (RF); y  
un procesador,

- 5 en el que el procesador está configurado para transmitir Acuse de Recibo de Solicitud Automática de Repetición Híbrida HARQ-ACK, mediante un Canal de Control de Enlace Ascendente Físico PUCCH, en una subtrama n, y en el que una potencia de transmisión para el PUCCH se determina mediante la siguiente ecuación:

$$n_{\text{HARQ}} = \sum_{c=0}^{C-1} \left( \left( (V_{\text{DAI},c}^{\text{DL}} - U_{\text{DAI},c}) \bmod 4 \right) \cdot n_c^{\text{ACK}} + \sum_{k \in K} N_{k,c}^{\text{recibido}} \right),$$

en la que C indica el número de células configuradas,

K indica un conjunto que tiene M elementos k,  $k \in K$ , de acuerdo con la configuración de Enlace Ascendente-Enlace Descendente UL-DL, M es un número entero positivo,

- 10  $V_{\text{DAI},c}^{\text{DL}}$  es un valor indicado por un campo de Índice de Asignación de Enlace Descendente DAI de 2 bits, incluido en un Canal de Control de Enlace Descendente Físico, PDCCH, relacionado con planificación de enlace descendente finalmente detectado en la subtrama o subtramas n-k en una célula servidora c,

$U_{\text{DAI},c}$  indica el número total de PDCCH relacionados con planificación de enlace descendente detectados en la subtrama o subtramas n-k en la célula servidora c,

- 15  $n_c^{\text{ACK}}$  indica el número de bits de HARQ-ACK que corresponden a un modo de transmisión de enlace descendente configurado en la célula servidora c, y se establece a 1 cuando se aplica agrupación espacial, en el que cuando se aplica agrupación espacial,  $N_{k,c}^{\text{recibido}}$  representa el número de PDCCH o Canal Compartido de Enlace Descendente Físico, PDSCH, sin un PDCCH correspondiente recibido en la subtrama n-k y la célula servidora c,

- 20 en el que cuando no se aplica la agrupación espacial,  $N_{k,c}^{\text{recibido}}$  representa el número de bloques de transporte o PDCCH de liberación de Planificación Semi-persistente, SPS, recibido en la subtrama n-k y la célula servidora c, y en el que mod representa una operación módulo.

- 25 7. El dispositivo de comunicación de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la potencia de transmisión para el PUCCH se determina usando la siguiente ecuación:

$$h(\cdot) = \frac{n_{\text{HARQ}} + n_{\text{SR}} - 1}{N},$$

en la que N es un número entero positivo, y

$n_{\text{SR}}$  se usa para ajustar la potencia de transmisión para el PUCCH en relación con la Solicitud de Planificación, SR, y se establece a 0 o 1.

- 30 8. El dispositivo de comunicación de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la potencia de transmisión para el PUCCH se determina usando la siguiente ecuación:

$$P_{\text{PUCCH}}(n) = \min \left\{ P_{\text{CMAX},c}(n), P_{0\_PUCCH} + PL_c + h(\cdot) + \Delta_{F\_PUCCH}(F) + \Delta_{\text{TxD}}(F') + g(i) \right\},$$

en la que  $P_{\text{PUCCH}}(n)$  representa la potencia de transmisión para el PUCCH,

$P_{\text{CMAX},c}(n)$  representa una potencia de transmisión configurada en la subtrama n para la célula servidora c,

- 35  $P_{0\_PUCCH}$  es un parámetro establecido por una capa superior,

$PL_c$  es una estimación de pérdida de trayectoria de enlace descendente de la célula servidora c,

$\Delta_{F\_PUCCH}(F)$  representa un valor que corresponde a un formato PUCCH,

$\Delta_{\text{TxD}}(F')$  es un valor establecido por una capa superior o 0, y

$g(i)$  representa un estado de ajuste de control de potencia de PUCCH actual

- 40 9. El dispositivo de comunicación de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el sistema de comunicación inalámbrica opera en una de las configuraciones N.º 1 a N.º 6 de UL-DL.

10. El dispositivo de comunicación de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el sistema de comunicación inalámbrica opera en la configuración N.º 5 de UL-DL.

FIG. 1

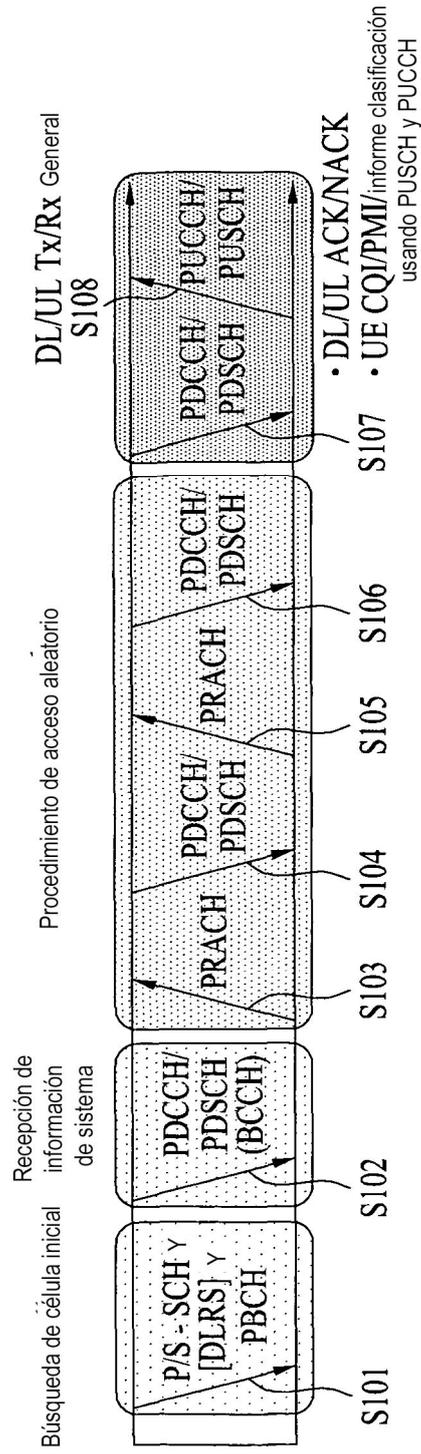


FIG. 2

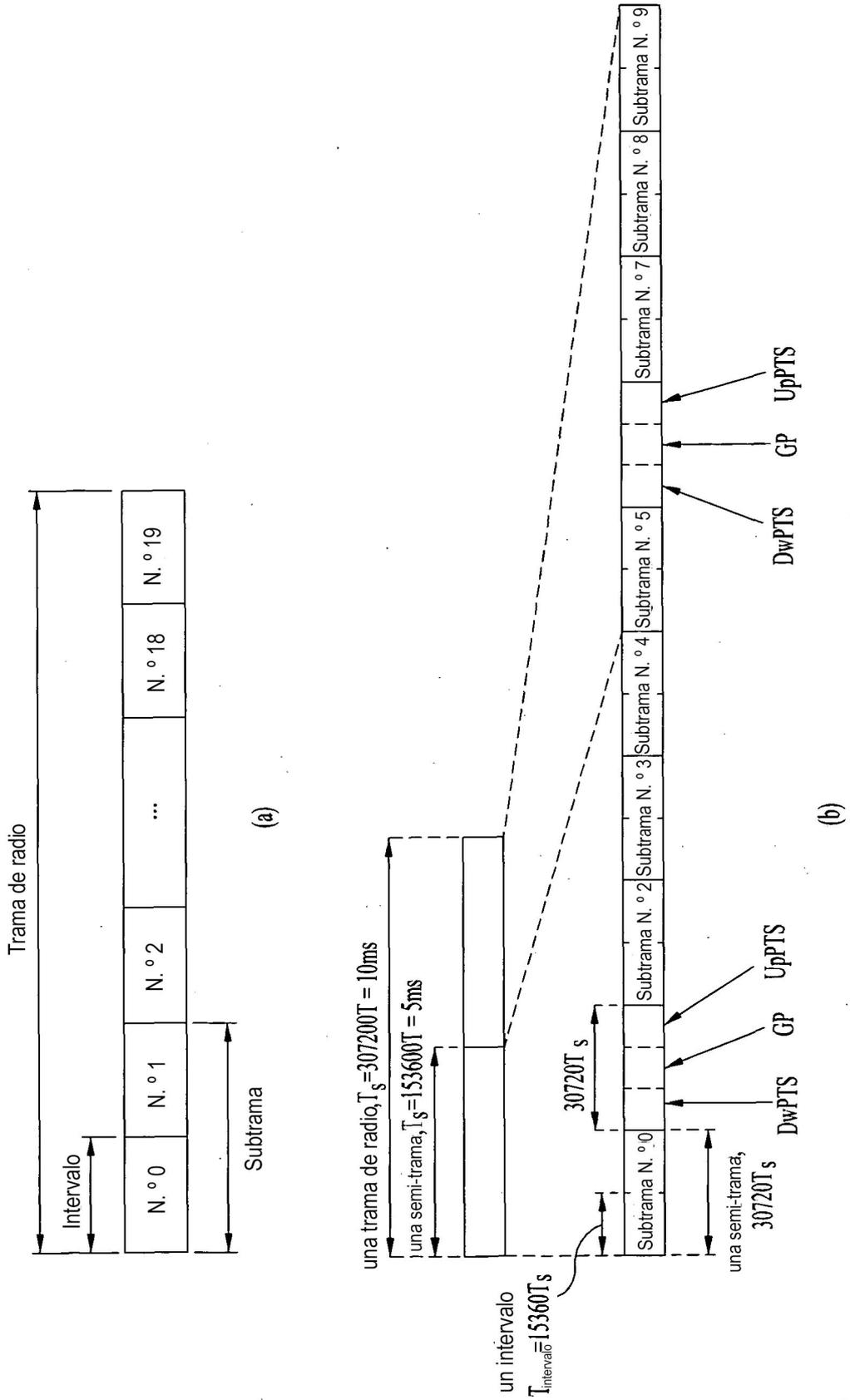


FIG. 3

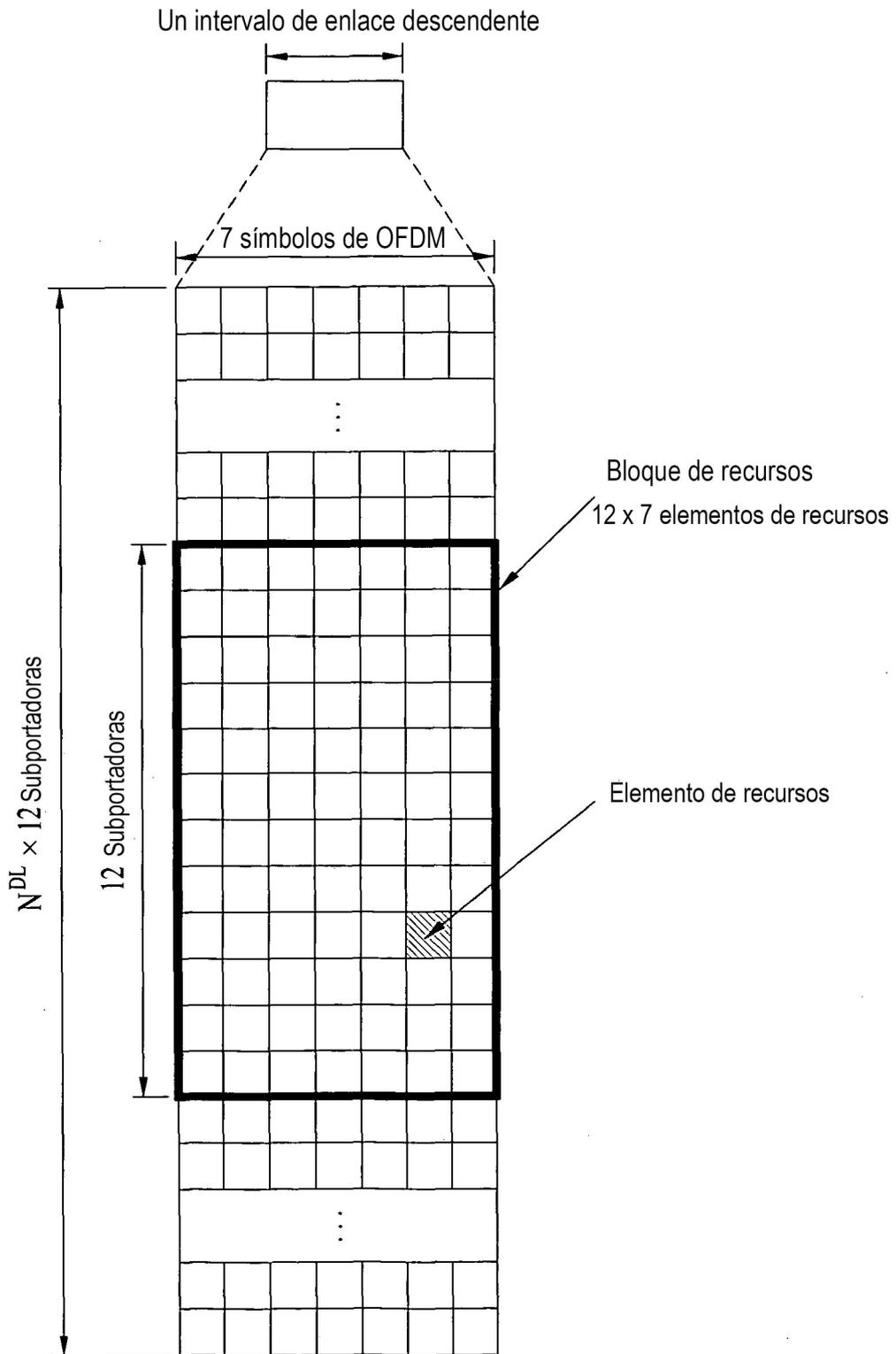


FIG. 4

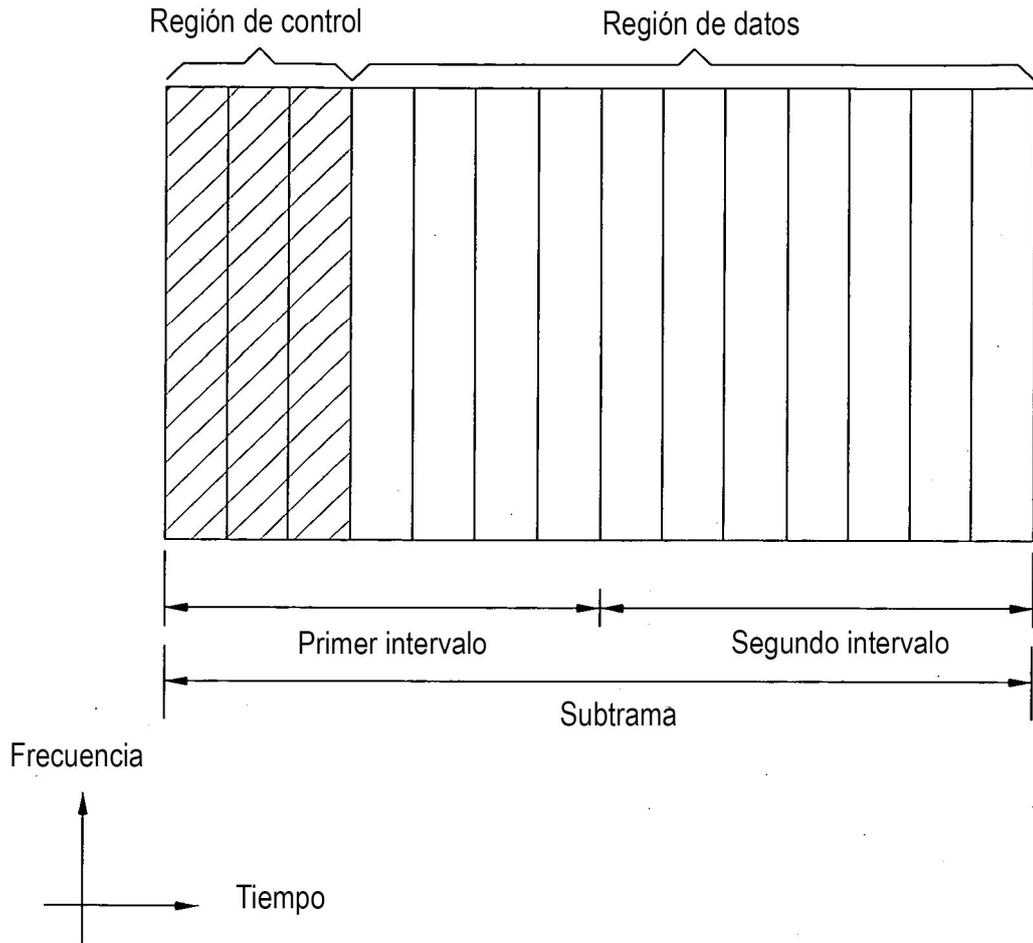


FIG. 5

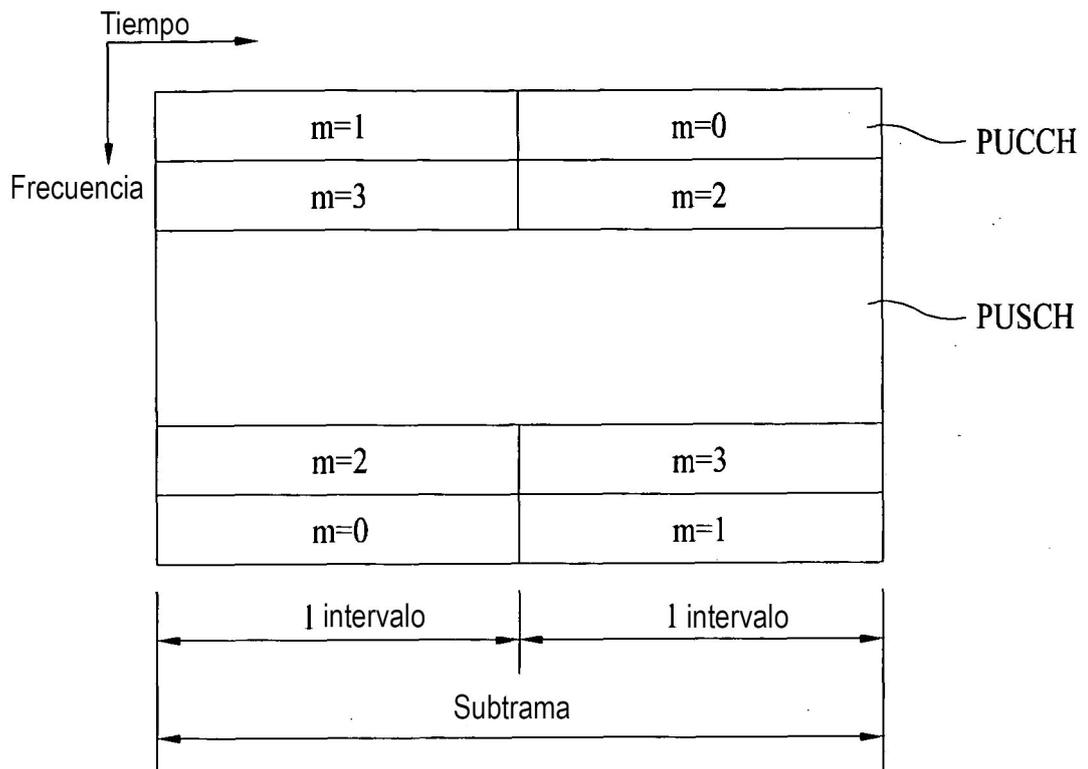


FIG. 6

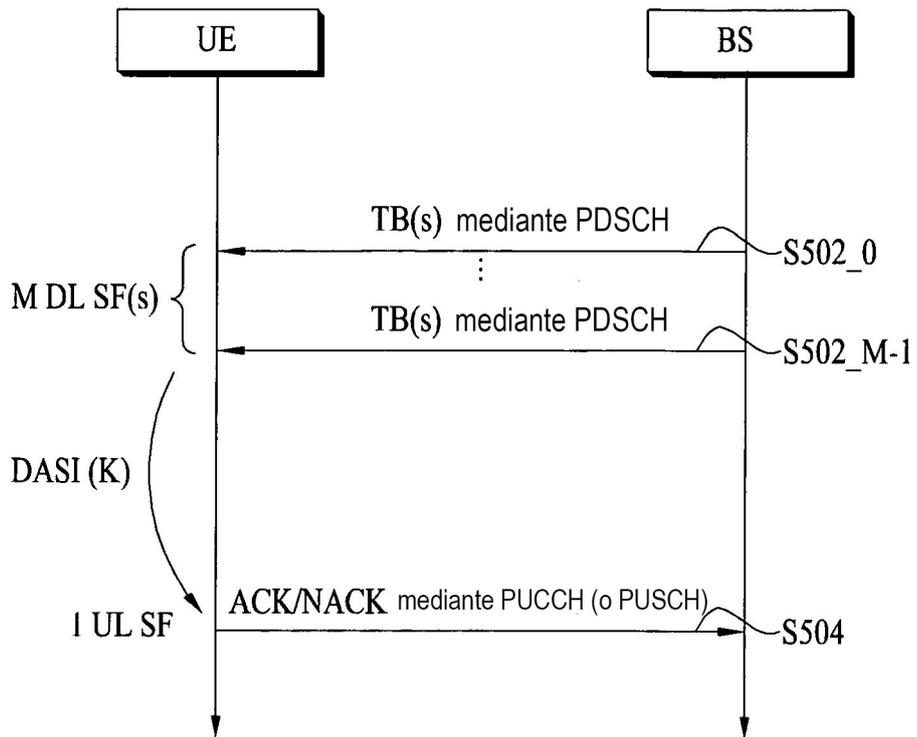


FIG. 7

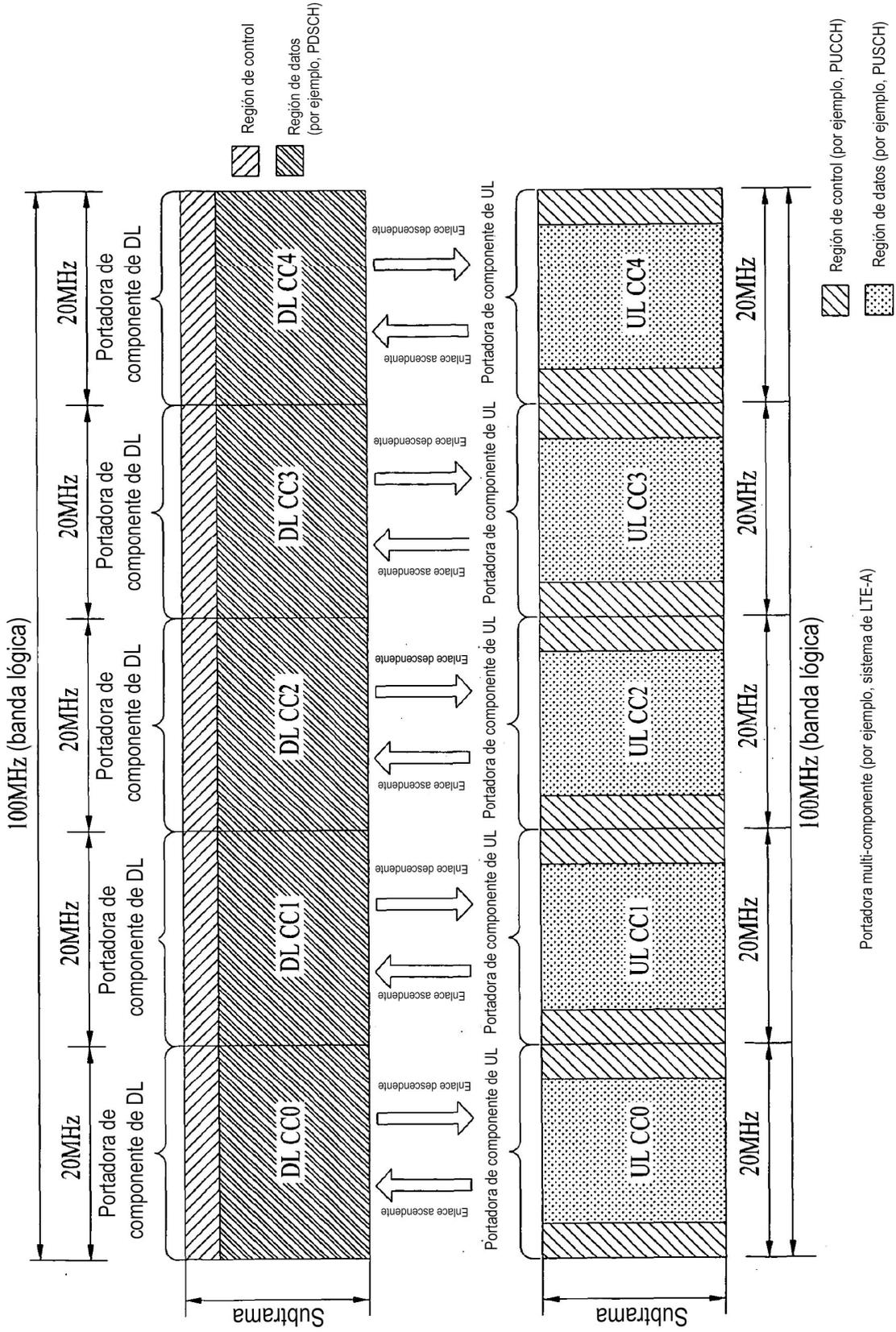


FIG. 8

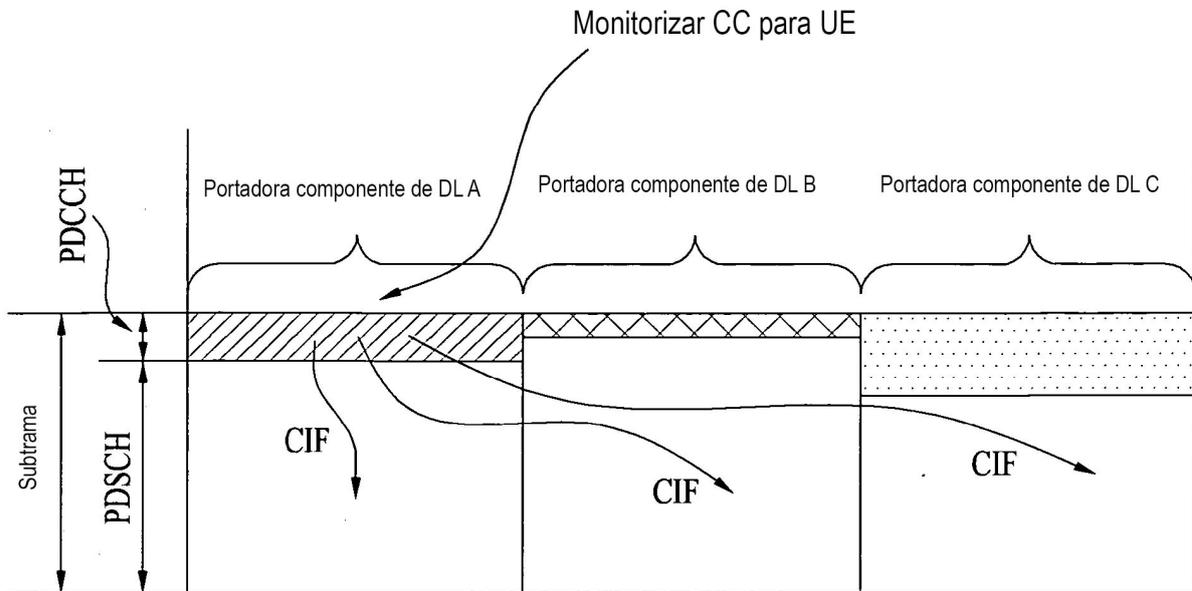


FIG. 9

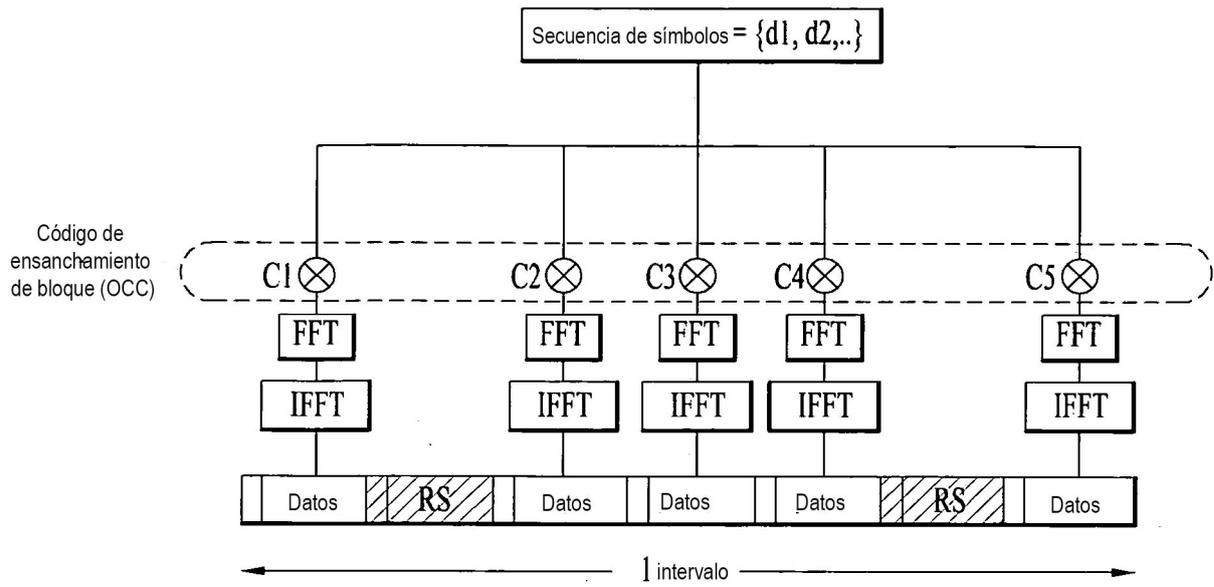
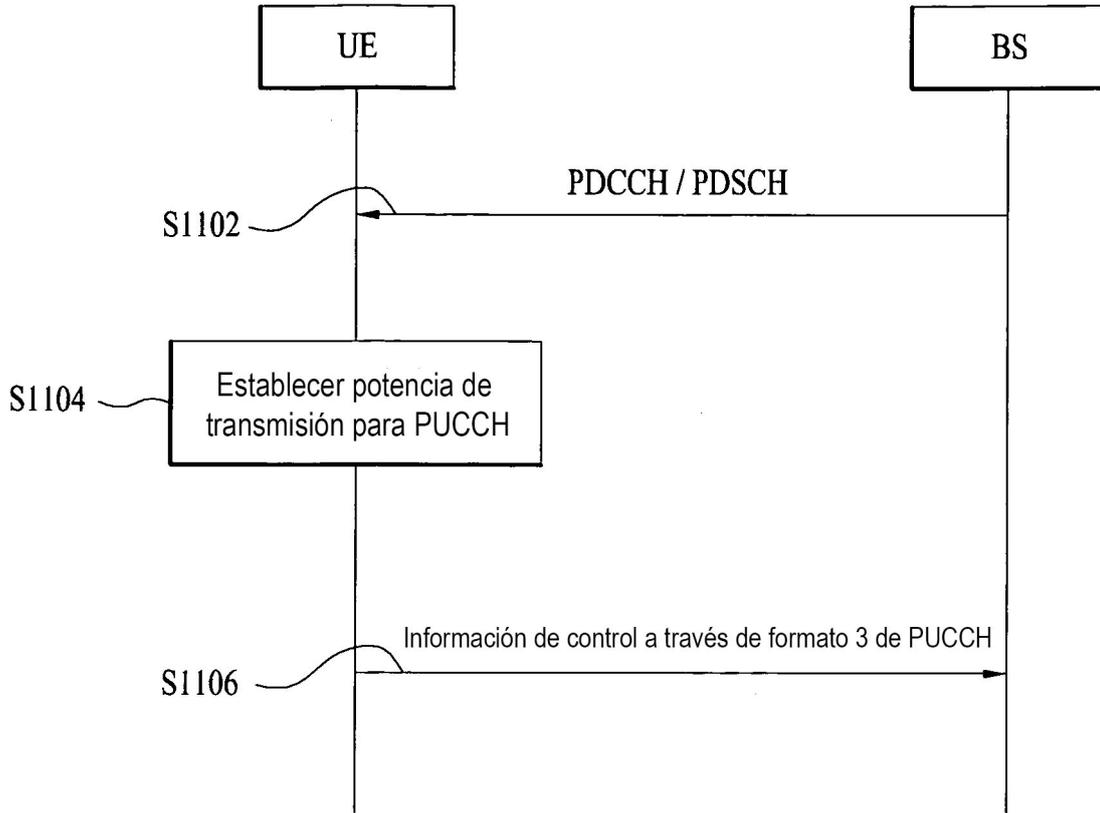




FIG. 11



\*  $P_{PUCCH}(i)$  se determina usando la siguiente ecuación

$$n_{HARQ} = \sum_{c=0}^{C-1} \left( (V_{DAI,c}^{DL} - U_{DAI,c}) \cdot n_c^{ACK} + \sum_{k \in K} N_{k,c}^{recibido} \right)$$

FIG. 12

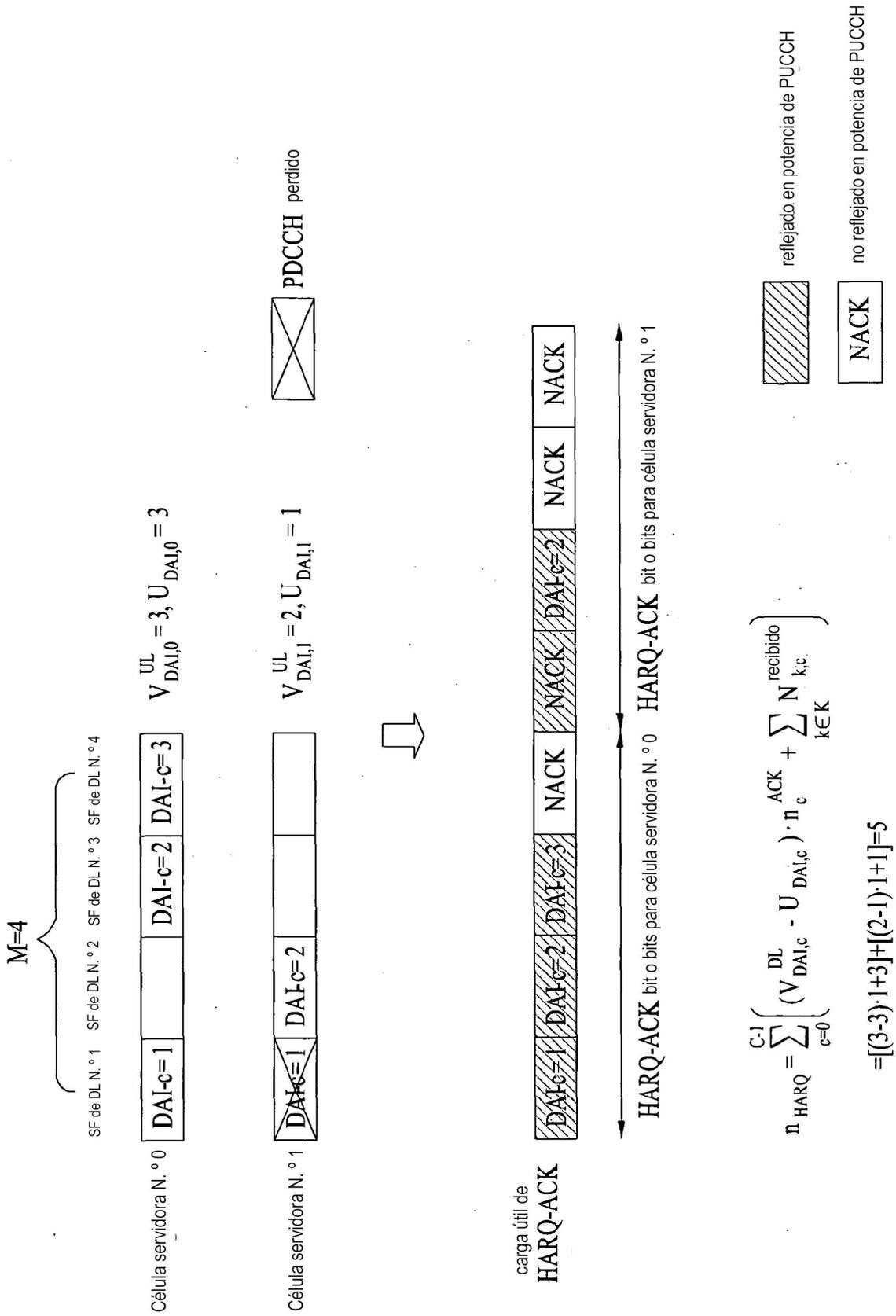
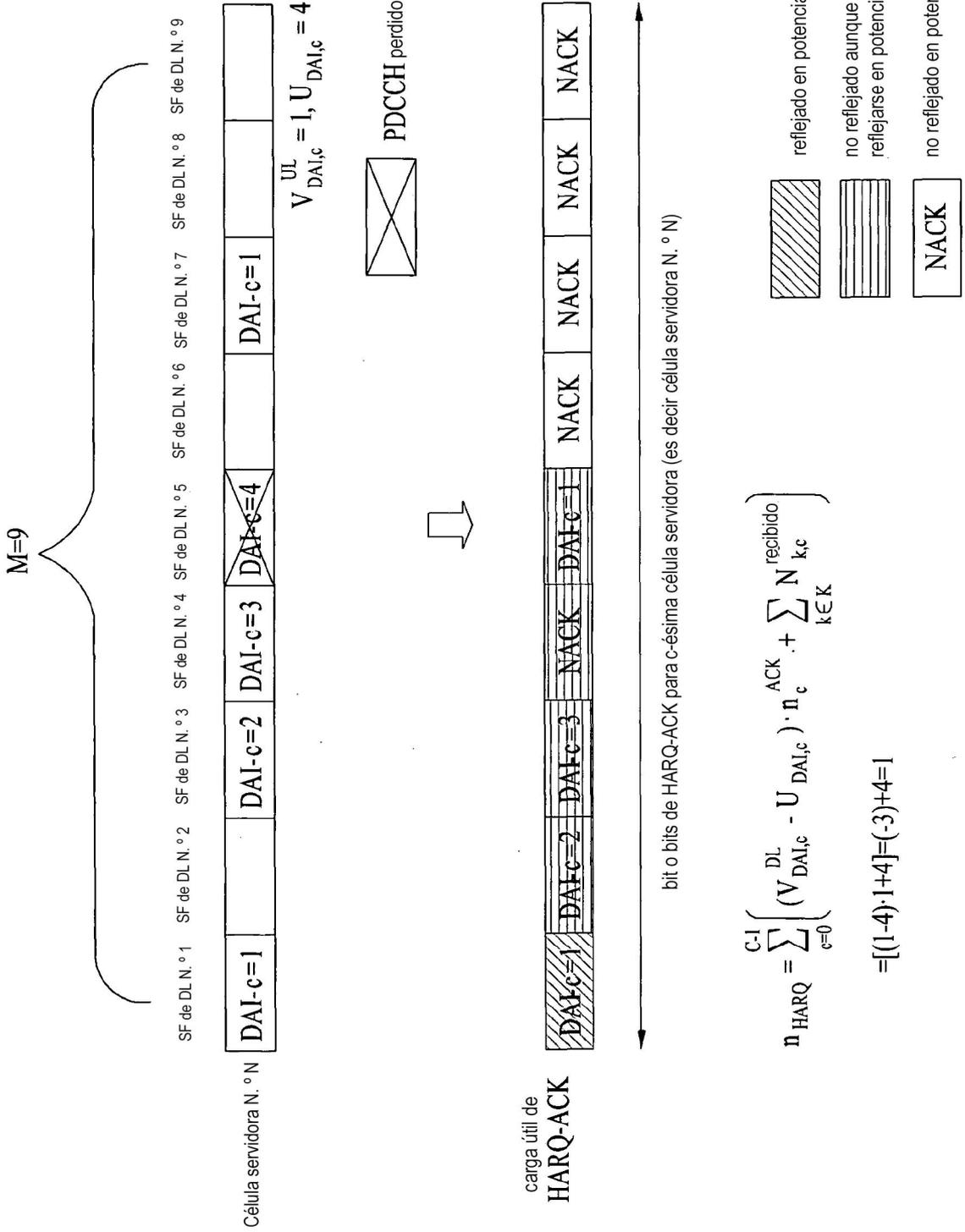
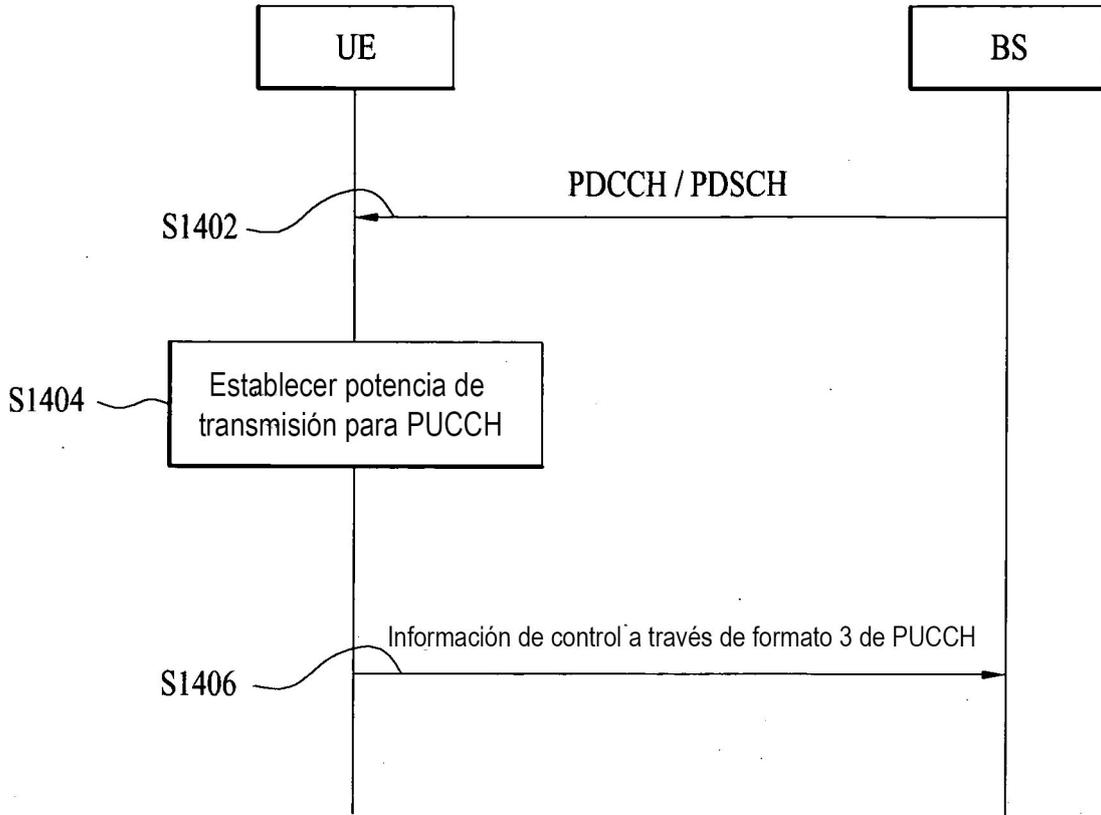


FIG. 13

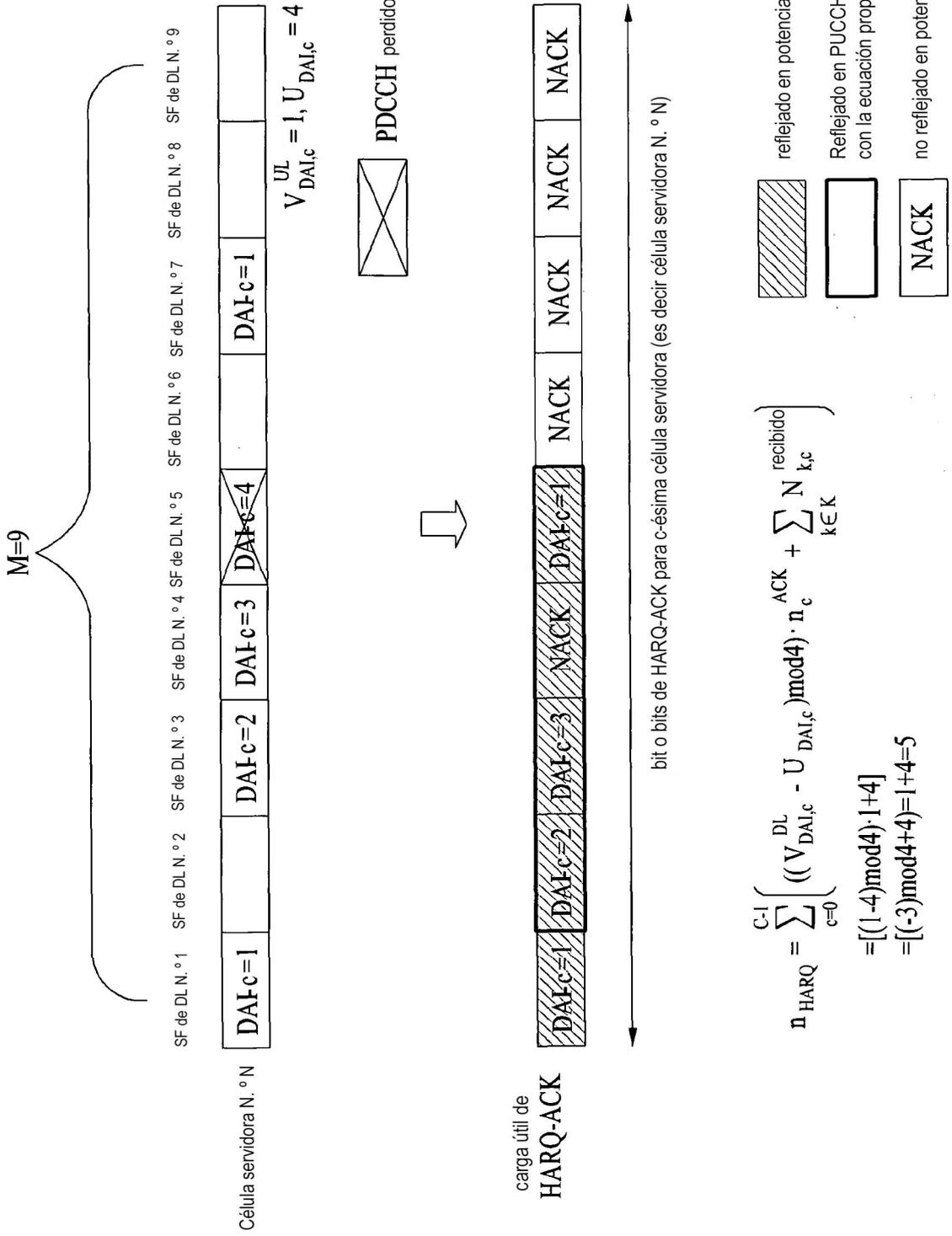




\*  $P_{PUCCH}(i)$  se determina usando la siguiente ecuación

$$n_{HARQ} = \sum_{c=0}^{C-1} \left( ((V_{DAI,c}^{DL} - U_{DAI,c}) \bmod 4) \cdot n_c^{ACK} + \sum_{k \in K} N_{k,c}^{recibido} \right)$$

FIG. 15



**FIG. 16**

