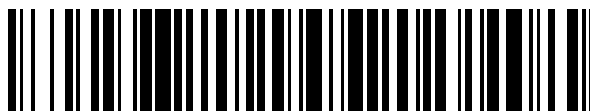


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 832**

51 Int. Cl.:

H04L 5/02 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2008** **E 08010607 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.02.2017** **EP 2003811**

54 Título: **Partición de los recursos de frecuencia para la transmisión de señales de control y señales de datos en sistemas de comunicaciones SC-FDMA**

30 Prioridad:

11.06.2007 US 934066 P
02.10.2007 US 976959 P
10.06.2008 US 136461

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.07.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

PAPASAKELLARIOU, ARIS y
CHO, JOON-YOUNG

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 622 832 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

Partición de los recursos de frecuencia para la transmisión de señales de control y señales de datos en sistemas de comunicaciones SC-FDMA

Campo de la invención

- 5 La presente invención se dirige, en general, a sistemas de comunicación inalámbricos y, más específicamente, aunque no exclusivamente, a sistemas de comunicación de Acceso Múltiple por División de Frecuencia de Portadora Única (SC-FDMA) y se considera adicionalmente en el desarrollo de la evolución a largo término (LTE) del Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA) del Proyecto de Asociación para la Tercera Generación (3GPP).

10 **Antecedentes de la invención**

En particular, la presente invención considera la partición de los recursos asignados a las transmisiones de señales de control y señales de datos en un sistema de comunicación SC-FDMA. La invención supone que la comunicación en el enlace ascendente (UL) corresponde a transmisiones de señales desde los equipos de usuario (UE) móviles a una estación base (o Nodo B) en servicio. Un UE, también se denomina comúnmente como un terminal o estación móvil, puede ser fijo o móvil y puede ser un dispositivo inalámbrico, un teléfono celular, un dispositivo ordenador personal, una tarjeta de módem inalámbrico, etc. Un Nodo B es generalmente una estación fija y puede llamarse también un Sistema Transceptor Base (BTS), un punto de acceso, o alguna otra terminología.

- 15 Se necesita soportar varios tipos de señales para la funcionalidad apropiada del sistema de comunicación. Además de las señales de datos, que transmiten el contenido de información de la comunicación, también es necesario que se transmitan señales de control desde el UE a su Nodo B en servicio en el UL y desde el Nodo B en servicio a los UE en el enlace descendente (DL) para permitir la transmisión apropiada de señales de datos. El DL se refiere a la comunicación desde el Nodo B a los UE. Estas señales de control se describen posteriormente en detalle siendo la concentración sobre el UL.

- 20 Los UE se supone que transmiten señales de datos (o paquetes de datos) a través del Canal Compartido del Enlace Ascendente Físico (PUSCH). El PUSCH puede compartirse durante el mismo periodo de tiempo por múltiples UE usando cada UE una parte diferente del ancho de banda (BW) de operación, tal como se ilustra en la **FIG. 1**, para evitar la interferencia mutua (Multiplexado en el Dominio de la frecuencia (FDM)). El UE1 110 transmite a través del BW 120 mientras que el UE2 130, UE3 150, y UE4 170, transmiten sobre los BW 140, BW 160, y BW 180, respectivamente. Una excepción es el uso de procedimientos de Acceso Múltiple por División Espacial (SDMA), en donde múltiples UE pueden compartir los mismos RB sobre la misma subtrama para sus transmisiones de paquetes de datos PUSCH.

El Nodo B se supone que transmite señales de datos (o paquetes de datos) a los UE a través del Canal Compartido del Enlace Descendente Físico (PDSCH). De modo similar al PUSCH, el PDSCH puede compartirse durante el mismo periodo de tiempo por múltiples UE a través de FDM.

- 35 Las transmisiones del PUSCH y el PDSCH pueden planificarse por el Nodo B a través de una asignación de planificación del UL o una del DL, respectivamente, usando el Canal de Control del Enlace Descendente Físico (PDCCH) o pueden preconfigurarse para tener lugar periódicamente (planificación persistente de las transmisiones PUSCH o PDSCH). Usando PDCCH, una transmisión de una señal de datos en el PUSCH o el PDSCH puede tener lugar generalmente en cualquier subtrama decidida por el planificador del Nodo B. En consecuencia, se hace referencia a la planificación de dichas transmisiones como dinámica.

- 40 Para evitar una sobrecarga excesiva del PDCCH, algunas transmisiones del PUSCH y PDSCH pueden configurarse para tener lugar periódicamente en partes predeterminadas del ancho de banda de operación. Se hace referencia a dicha planificación como persistente. La **FIG. 2** ilustra el concepto de planificación persistente en la que tiene lugar periódicamente una transmisión 210 inicial de paquetes en cada intervalo 220 de asignación. La planificación persistente se usa típicamente para servicios de comunicación que tengan relativamente reducidos requisitos de ancho de banda por periodo de transmisión pero necesitan proporcionarse para muchos UE realizando una planificación dinámica a través del PDCCH ineficiente debido a la sobrecarga asociada introducida en el DL del sistema de comunicación. Un ejemplo típico de dichos servicios es la voz sobre protocolo de Internet (VoIP).

- 45 En respuesta a las transmisiones del PUSCH y el PDSCH, se supone que se transmiten señales de acuse de recibo positivas o negativas, ACK o NAK respectivamente, a o desde los UE, respectivamente. Dado que la invención considera el UL del sistema de comunicación, la concentración será sobre las señales ACK/NAK transmitidas por los UE en respuesta a una transmisión PDSCH. La señalización ACK/NAK se requiere para uso de la Solicitud de Repetición Automática Híbrida (HARQ), en la que un paquete de datos se retransmite tras la recepción de un NAK y se transmite un nuevo paquete de datos tras la recepción de un ACK.

- 55 Debido a que la planificación PDSCH de un UE en el DL puede ser dinámica o persistente, la transmisión de las señales ACK/NAK desde el UE es correspondientemente dinámica o persistente. En este último caso, de modo

similar a la transmisión PDSCH, la transmisión ACK/NAK desde el UE es periódica.

Además de la transmisión periódica y dinámica de las señales ACK/NAK, pueden transmitirse periódicamente por los UE otras señales de control. Un ejemplo de dichas señales de control es la Indicación de Calidad del Canal (CQI). La CQI se supone que se envía periódicamente para informar al Nodo B en servicio de las condiciones del canal, lo que puede representarse por la relación de Señal a Ruido e Interferencia (SINR) que experimenta el UE en el DL. Pueden existir también transmisiones periódicas adicionales de señales de control distintas de la CQI o ACK/NAK.

Por lo tanto, se supone que el UL del sistema de comunicación soporta transmisiones PUSCH dinámicas y persistentes, transmisiones ACK/NAK debido a las transmisiones PDSCH dinámicas y persistentes, transmisiones CQI y posiblemente otra señalización de control. La transmisión de CQI, PUSCH persistente y ACK/NAK debido a PDSCH persistente se supone que es periódica hasta que se desactiva por el Nodo B en servicio o hasta que expira el periodo de transmisión configurado correspondiente. Puede hacerse referencia conjuntamente a las señales ACK/NAK y CQI como el Canal de Control del Enlace Ascendente Físico (PUCCH). Pueden transmitirse también periódicamente otras señales de control en el PUCCH.

Las transmisiones PUSCH se supone que tienen lugar a través de un Intervalo de Tiempo de Transmisión (TTI) que corresponde a una subtrama. La **FIG. 3** ilustra un diagrama de bloques de la estructura 310 de subtrama supuesta en la realización ejemplar de la invención desvelada. La subtrama incluye dos ranuras. Cada ranura 320 incluye adicionalmente siete símbolos y cada símbolo 330 incluye adicionalmente un Prefijo Cíclico (CP) para mitigar interferencias debido a efectos de propagación del canal. La transmisión de la señal en las ranuras puede o no ser en la misma parte del ancho de banda de operación.

En una estructura de subtrama ejemplar de la **FIG. 3**, el símbolo medio en cada ranura transporta la transmisión de señales 340 de referencia (RS), también conocidas como señales piloto, que se usan para varias finalidades incluyendo para proporcionar estimación del canal para permitir una demodulación coherente de la señal recibida. El número de símbolos con transmisión de la RS en la subtrama del UL puede ser diferente entre el PUSCH, el PUCCH con transmisión ACK/NAK, y el PUCCH con transmisión CQI. Por ejemplo, los tres símbolos medios en cada ranura pueden usarse para transmisión de la RS en caso de transmisiones PUCCH ACK/NAK (los símbolos restantes se usan para transmisión ACK/NAK) mientras que el segundo y sexto símbolos en cada ranura pueden usarse para transmisión de la RS en caso de transmisiones PUCCH CQI (los símbolos restantes se usan para transmisión de CQI). Esto se ilustra también en la **FIG. 9**, **FIG. 10**, y **FIG. 11**, que se describirán más adelante en el presente documento.

El ancho de banda de transmisión se supone que se compone de unidades de recursos de frecuencia, a las que se puede hacer referencia como bloques de recursos (RB). La realización ejemplar supone que cada RB incluye 12 subportadoras SC-FDMA y los UE se supone que están asignados a múltiples N de RB 350 consecutivos para transmisión PUSCH y 1 RB para transmisión PUCCH. En cualquier caso, los valores anteriores son solo ilustrativos y no restrictivos para la invención.

Aunque no es pertinente para la invención desvelada, se ilustra un diagrama de bloques ejemplar de la estructura de transmisor para el PUSCH en la Figura 4. Si un UE tiene tanto bits de datos como de control (ACK/NAK, CQI, etc.) que transmitir en la misma subtrama del PUSCH, entonces, para transmitir el ACK/NAK, ciertos bits de datos (tal como, por ejemplo, los bits de paridad en el caso de codificación turbo) pueden extraerse y sustituirse por los bits de ACK/NAK. Se evita así la transmisión simultánea PUSCH y PUCCH por un UE y se preserva la propiedad de portadora única. Los bits 405 CQI codificados (si existen) y los bits 410 de datos codificados se multiplexan 420. Si también es necesario transmitir bits ACK/NAK en el PUSCH, los bits de datos (o posiblemente los bits CQI) se extraen 430 para alojar bits ACK/NAK. La Transformada de Fourier Discreta (DFT) de los bits de datos y bits de control combinados se obtienen 440 a continuación, las subportadoras 450 que corresponden al ancho de transmisión asignado se seleccionan 455, se realiza 460 la Transformada de Fourier Rápida Inversa (IFFT) y finalmente se aplica el prefijo cíclico 470 (CP) y filtrado 480 a la señal 490 transmitida.

Se supone que se inserta por un UE de referencia un relleno de ceros en las subportadoras usadas por otros UE y en subportadoras de guarda (no mostradas). Más aún, por brevedad, no se ilustran en la **FIG. 4** circuitos del transmisor adicionales tales como convertidor digital a analógico, filtros analógicos, amplificadores y antenas del transmisor dado que son bien conocidos en la técnica. De modo similar, el procedimiento de codificación para los bits de datos y los bits de CQI así como el procedimiento de modulación para todos los bits transmitidos son bien conocidos en la técnica y se omiten por brevedad.

En el receptor, se realizan las funciones inversas (complementarias) del transmisor. Esto se ilustra conceptualmente en la **FIG. 5** en la que se aplican las operaciones inversas a las de la **FIG. 4**. Como es conocido en la técnica (no mostrado por brevedad), una antena recibe una señal analógica de radiofrecuencia (RF) y después de unidades de procesamiento adicionales (tales como filtros, amplificadores, reductores de frecuencia, y convertidores de analógico a digital), la señal 510 digital recibida pasa a través de una unidad 520 de función ventana de tiempo y se elimina 530 el CP. Posteriormente, la unidad receptora aplica 540 una FFT, selecciona 545 las subportadoras 550 usadas por el transmisor, aplica 560 una DFT inversa (IDFT), extrae los bits ACK/NAK y coloca 570 borrados respectivos

para los bits de datos, y desmultiplexa **580** los bits **590** de CQI y bits **595** de datos. Como para el transmisor, funcionalidades del receptor bien conocidas en la técnica tales como estimación del canal, demodulación y decodificación no se muestran por brevedad y no son pertinentes para la invención.

También sin ser pertinente para la invención desvelada, se ilustra en la **FIG. 6** un diagrama de bloques de la estructura de transmisión PUCCH (ACK/NAK, CQI). Se supone que la transmisión es a través de la modulación **610** de secuencias basadas en Autocorrelación Cero de Amplitud Constante (CAZAC). De modo similar, la transmisión de la RS se supone que es a través de secuencias **610** basadas en CAZAC no moduladas. Se seleccionan **620** las subportadoras correspondientes al ancho de banda de transmisión asignado y se mapean **630** los elementos de secuencia sobre las subportadoras de PUCCH seleccionadas. Se realiza **640** la Transformada de Fourier Rápida Inversa (IFFT), las salidas se desplazan **650** entonces cíclicamente en el dominio del tiempo, y finalmente se aplican el Prefijo Cíclico (CP) **660** y filtrado **670** a la señal transmitida **680**. Con respecto a la estructura del transmisor PUSCH de la **FIG. 4**, la diferencia principal es la ausencia de un bloque DFT (debido a que, aunque no se requiere, se supone que la secuencia basada en CAZAC está directamente mapeada en el dominio de la frecuencia para evitar la operación de DFT) y la aplicación **650** del desplazamiento cíclico. Además, puede aplicarse a las señales de ACK/NAK, RS y posiblemente las CQI una cobertura de Walsh a través de los símbolos correspondientes en la subtrama (**FIG. 3**).

Se realizan las funciones inversas para la recepción de la secuencia basada en CAZAC tal como se ilustra en la **FIG. 7**. La señal **710** recibida pasa a través de una unidad **720** de función ventana de tiempo y se elimina **730** el CP. Posteriormente, se restaura **740** el desplazamiento cíclico, se aplica **750** una FFT, las subportadoras **760** usadas por el transmisor se seleccionan **765**, la correlación **770** con réplica de la secuencia basada en CAZAC se aplica **780** y se obtiene la salida **790**. La salida puede pasarse a una unidad de estimación del canal, tal como un interpolador tiempo-frecuencia, en caso de una RS, o puede usarse para detección de la información transmitida, en caso de la secuencia basada en CAZAC se modula por ACK/NAK o bits de información CQI.

Un ejemplo de secuencias basadas en CAZAC viene dado por la Ecuación (1) siguiente:

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

En la Ecuación (1), L es la longitud de la secuencia CAZAC, n es el índice de un elemento particular de la secuencia $n = \{0, 1, 2, \dots, L-1\}$ y, finalmente, k es el índice de la secuencia en sí. Para una longitud L dada, hay L-1 secuencias distintas, siempre que L sea primo. Por lo tanto, toda la familia de secuencias se define como k intervalos en $\{1, 2, \dots, L-1\}$. Sin embargo, las secuencias CAZAC usadas para señalización PUCCH no necesitan generarse usando la expresión exacta anterior tal como se explica adicionalmente a continuación.

Para secuencias CAZAC de longitud L prima, el número de secuencias es L-1. Dado que se supone que los RB incluyen un número par de subportadoras, incluyendo 1 RB 12 subportadoras, pueden generarse las secuencias usadas para transmitir el ACK/NAK y la RS, en el dominio de la frecuencia o del tiempo, o bien mediante el truncando de una secuencia CAZAC de una longitud prima más larga (tal como la longitud 13) o mediante la extensión de una secuencia CAZAC de una longitud prima más corta (tal como la longitud 11) mediante la repetición de su(s) primer(os) elemento(s) al final (extensión cíclica), aunque las secuencia resultantes no cumplan con la definición de una secuencia CAZAC. Alternativamente, las secuencias CAZAC pueden generarse a través de una búsqueda por ordenador de secuencias que satisfagan las propiedades CAZAC.

Diferentes desplazamientos cíclicos de la misma secuencia CAZAC proporcionan secuencias CAZAC ortogonales. Por lo tanto, pueden asignarse diferentes desplazamientos cíclicos de la misma secuencia CAZAC a diferentes UE en el mismo RB para su transmisión de la RS, ACK/NAK o CQI y conseguir multiplexado del UE ortogonal. Este principio se ilustra en la **FIG. 8**.

Para que sean ortogonales múltiples secuencias **810, 830, 850, 870** CAZAC generadas correspondientemente a partir de múltiples desplazamientos **820, 840, 860, 880** cíclicos de la misma secuencia CAZAC de raíz, el valor del desplazamiento **890** cíclico debería superar la dispersión D de retardo de propagación del canal (incluyendo un error de incertidumbre temporal y efectos de excedentes de filtro). Si T_s es la duración de un símbolo, el número de desplazamientos cíclicos es igual al suelo matemático de la relación T_s/D . La granularidad del desplazamiento cíclico es igual a un elemento de la secuencia CAZAC. Para una secuencia CAZAC de longitud 12, el número de desplazamientos cíclicos posibles es de 12 y para una duración de símbolo de aproximadamente 66 microsegundos (14 símbolos en una subtrama de 1 milisegundo), la separación de tiempo de desplazamientos cíclicos consecutivos es de aproximadamente 5,5 microsegundos.

Los parámetros de transmisión CQI, tal como el RB de la transmisión y la subtrama de transmisión, se configuran para cada UE a través de una señalización en la capa más alta y continúan siendo válidos a lo largo de periodos de tiempo mucho más largos que una subtrama. De modo similar, los parámetros de la transmisión ACK/NAK debida a planificación PDSCH persistente y parámetros de la transmisión PUSCH persistente (tales como el RB y la subtrama) también continúan siendo los mismos en periodos de tiempo comparables.

Una consecuencia de la señalización SC-FDMA es que el ancho de banda de transmisión de una señal necesita ser contiguo. Para evitar la fragmentación del ancho de banda para transmisiones PUSCH, necesitan colocarse las transmisiones PUCCH hacia los dos extremos del ancho de banda de operación. En caso contrario, si hay RB disponibles en cada lado del ancho de banda de transmisión del PUCCH, no pueden usarse para la transmisión PUSCH por el mismo UE mientras se preserva la propiedad de portadora única de la transmisión.

Más aún, dado que la transmisión PUCCH incluye transmisiones CQI periódicas, transmisiones ACK/NAK periódicas, y transmisiones ACK/NAK dinámicas, necesita determinarse una ordenación apropiada para los RB correspondientes en los dos extremos del ancho de banda de operación.

Además de la transmisión PUCCH, la planificación persistente de las transmisiones PUSCH también da como resultado unas características de ocupación del ancho de banda similares a las del PUSCH.

El documento WO 2008/048055 (A1) se refiere a un procedimiento para la transmisión de una señal de control. Una trama de radio se compone de subtramas, una subtrama puede incluir dos ranuras. Una subtrama puede dividirse en dos partes de una zona de control y una zona de datos. La zona de control es una zona en la que solo se transmite una señal de control y se asigna a un canal de control. La zona de datos es una zona en la que se transmiten datos y se asigna a un canal de datos. Una pluralidad de equipos de usuario usa canales de control asignados a diferentes bandas de frecuencia de la zona de control. La zona de control se divide en una pluralidad de bandas de frecuencia y se asigna una banda de frecuencia al canal de control para cada equipo de usuario. 2N canales de control se asignan a 2N equipos de usuario.

Es el objeto proporcionar una asignación de frecuencia más eficiente.

Este objeto se resuelve por la materia sujeto de las reivindicaciones independientes.

Realizaciones preferidas se definen mediante reivindicaciones dependientes.

Sumario

En consecuencia, la presente invención se ha diseñado para resolver los problemas anteriormente mencionados que tienen lugar en la técnica anterior, y la presente invención proporciona un aparato y procedimiento para la asignación de recursos de frecuencia para la transmisión de señales de control y señales de datos desde equipos de usuario a su Nodo B en servicio, tal como se define en las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

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

- la **FIG. 1** es un diagrama que ilustra una partición de un ancho de banda de operación para una transmisión ortogonal de señales a partir de múltiples UE por medio de multiplexado por división de frecuencia;
- la **FIG. 2** es un diagrama que ilustra el concepto de transmisión de señales de datos persistente (periódica) desde un UE;
- la **FIG. 3** es un diagrama de bloques que ilustra una estructura de subtrama ejemplar para el sistema de comunicación SC-FDMA;
- la **FIG. 4** es un diagrama de bloques ilustrativo de un primer transmisor SC-FDMA ejemplar para multiplexado de bits de datos, bits de CQI, y bits de ACK/NAK en una subtrama de transmisión;
- la **FIG. 5** es un diagrama de bloques ilustrativo de un receptor SC-FDMA ejemplar para demultiplexado de bits de datos, bits de CQI, y bits de ACK/NAK en una subtrama de recepción;
- la **FIG. 6** es un diagrama de bloques que ilustra un transmisor ejemplar para una secuencia basada en CAZAC en un dominio de la frecuencia;
- la **FIG. 7** es un diagrama de bloques que ilustra un receptor ejemplar para una secuencia basada en CAZAC en un dominio de la frecuencia;
- la **FIG. 8** es un diagrama de bloques que ilustra una construcción ejemplar de secuencias basadas en CAZAC ortogonales por medio de la aplicación de diferentes desplazamientos cíclicos sobre una secuencia basada en CAZAC raíz;
- la **FIG. 9** es un diagrama que ilustra una partición ejemplar de bloques de recursos para transmisiones de CQI, ACK/NAK y señales de datos;
- la **FIG. 10** es un diagrama que ilustra una primera partición ejemplar de bloques de recursos para transmisiones CQI, ACK/NAK persistente y dinámico, y señal de datos persistente y dinámica; y
- la **FIG. 11** es un diagrama que ilustra una segunda partición ejemplar de bloques de recursos para transmisiones CQI, ACK/NAK persistente y dinámico, y señal de datos persistente y dinámica.

Descripción detallada de realizaciones ejemplares

La presente invención se describirá ahora más completamente en el presente documento a continuación con referencia a los dibujos adjuntos. La presente invención puede realizarse, sin embargo, en muchas formas diferentes

y no debería interpretarse como limitada a las realizaciones expuestas en el presente documento. Por el contrario, estas realizaciones se proporcionan de modo que su divulgación sea global y completa y transmita completamente el alcance de la invención para los expertos en la materia.

Adicionalmente, aunque la presente invención supone un sistema de comunicación de Acceso Múltiple por División de Frecuencia de Portadora Única (SC-FDMA), también se aplica a todos los sistemas FDM en general y para OFDMA, OFDM, FDMA, OFDM de DFT-disperso, OFDMA de DFT-disperso, OFDMA de portadora única (SC-OFDMA), y OFDM de portadora única en particular.

El sistema y procedimientos de las realizaciones de la invención resuelven problemas relativos a la necesidad de maximizar la utilización del ancho de banda disponible para la transmisión de señales desde equipos de usuario a un Nodo B en servicio, para facilitar la consecución de los objetivos de fiabilidad de transmisión deseados, y para informar a los UE con la transmisión de señales de acuse de recibo de la primera unidad de frecuencia (o bloque de recursos (RB)) disponible para la transmisión de estas señales.

Como se ha explicado en los antecedentes anteriores, varias señales del UL tienen una naturaleza periódica y la asignación de bloques de recursos (RB) correspondientes, o unidades de frecuencia, por subtrama puede determinarse a través de relativamente largos periodos de tiempo en comparación con la duración de la subtrama. Estas señales incluyen la CQI, la ACK/NAK asociada con transmisiones PDSCH persistentes y el PUSCH persistente. Como se explicará posteriormente en detalle, por varias razones, incluyendo evitar la fragmentación del ancho de banda mientras se soporta transmisión de portadora única, es deseable colocar estas señales hacia los dos bordes (extremos) del ancho de banda de operación.

Además de las transmisiones PUSCH planificadas dinámicamente, otras señales que puedan requerir un número variable de RB por subtrama incluyen el ACK/NAK para transmisiones PDSCH dinámicas (ACK/NAK dinámicas). Los RB para transmisiones ACK/NAK dinámicas deberían colocarse por lo tanto próximos a los de las transmisiones PUSCH dinámicas, comenzando después del último RB asignado a transmisiones PUCCH y PUSCH periódicas, y colocarse hacia el interior del ancho de banda (BW) de operación.

La partición de las transmisiones PUCCH periódicas, tal como la señalización CQI, y las transmisiones ACK/NAK de PUCCH dinámica se considera primero en la configuración ejemplar ilustrada la **FIG. 9**. La transmisión de CQI desde un UE se supone que tiene lugar en los extremos opuestos del BW de operación en la primera ranura **910A** y la segunda ranura **910B**. De acuerdo con la invención, los RB usados para transmisión ACK/NAK dinámica desde otro UE, diferente, en la primera ranura **920A** y la segunda ranura **920B** se colocan en el interior de los usados para la transmisión CQI y son adyacentes, y hacia el exterior, de los RB usados para transmisión PUSCH dinámica en la primera ranura **930A** y la segunda ranura **930B** de la subtrama.

Dado que el número de los UE que tienen transmisiones PDSCH dinámicas en una subtrama puede variar, el número de los RB usados por las transmisiones ACK/NAK dinámicas correspondientes en el PUCCH puede variar también por subtrama (aunque solo se ilustra un RB en la **FIG. 9** para transmisiones ACK/NAK dinámicas). Dichas variaciones no pueden esperarse por adelantado dado que se supone que el planificador del Nodo B funciona sin restricciones sobre el número de transmisiones PDSCH dinámicas asignadas por subtrama.

Dado que cada UE con transmisión ACK/NAK dinámica se supone que conoce la capacidad de multiplexado en un RB (este parámetro puede difundirse por el Nodo B en servicio) y su posición relativa con respecto a transmisiones ACK/NAK desde otros UE (o bien a través de señalización explícita por el Nodo B en servicio o bien implícitamente, tal como, por ejemplo, a través del índice del PDCCH usado para la asignación de planificación), puede saberse qué RB y qué recurso dentro del RB (tal como qué desplazamiento cíclico de una secuencia basada en CAZAC) usar. Por ejemplo, si la capacidad de multiplexado ACK/NAK es 18 y el orden relativo de un UE para transmisión ACK/NAK es 20, ese UE usa para su transmisión ACK/NAK el segundo recurso en el segundo RB usado para transmisiones ACK/NAK dinámicas. En general, si la capacidad de multiplexado ACK/NAK en un RB es M y el orden relativo de un UE con transmisión ACK/NAK dinámica es P, el UE puede usar el recurso:

$\text{mod}(P, M)$, dentro del número de RB de

$$Q = \text{techo}(P/M),$$

en la que $\text{mod}(\underline{x}, \underline{y})$ es $\underline{x}$ menos ($\underline{n}$ veces $\underline{y}$) en la que $\underline{n}$ es igual a suelo($\underline{x}$ dividido por $\underline{y}$). La operación "suelo" redondea un número a su entero inmediatamente más pequeño mientras que la operación "techo" redondea un número a su entero inmediatamente mayor.

La colocación de los RB para transmisiones ACK/NAK dinámicas hacia el interior del ancho de banda de operación después de los usados para transmisiones PUCCH periódicas (tal como los del CQI) para los que el número de RB por subtrama es fijo a lo largo de largos periodos de tiempo, y adyacentes a, y al exterior de, los RB usados para transmisiones PUSCH dinámicas, evita la fragmentación del ancho de banda o desperdicio del ancho de banda debido a los RB no usados. En caso contrario, si los RB para transmisiones ACK/NAK dinámica se colocaran antes de aquellos para transmisiones PUCCH periódicas y hacia el exterior del ancho de banda de operación, tendría lugar una fragmentación del ancho de banda cuando el número de los RB para transmisiones ACK/NAK dinámicas variase

entre subtramas.

En su lugar, con la partición de los RB entre transmisiones PUCCH periódicas y dinámicas tal como se ha ilustrado en la **FIG. 9**, cualquier variación en el número de los RB usados para transmisiones ACK/NAK dinámicas puede absorberse sin saltos en la planificación de las transmisiones PUSCH dinámicas en los RB restantes sin dar como resultado ningún RB desperdiciado o sin provocar fragmentación del ancho de banda dado que los RB antiguos pueden verse simplemente como una extensión de los últimos y a la inversa. El Nodo B en servicio sabe cuántos RB se requerirán en cada subtrama para transmisiones ACK/NAK dinámicas y por lo tanto puede asignar en consecuencia los RB para transmisiones PUSCH sin incurrir en fragmentación del ancho de banda.

Otra razón para tener los RB para las transmisiones ACK/NAK dinámicas en el interior de los asignados para transmisiones PUCCH periódicas es que los RB antiguos pueden convertirse en disponibles para la transmisión PUSCH después de un cierto número de subtramas del UL. Esto ocurre cuando las subtramas del DL transportan tráfico multiemisión-difusión debido a que no hay transmisión ACK/NAK en las subtramas del UL posteriores correspondientes (se supone que no sucede que haya transmisiones PDSCH unidifusión que requieran realimentación ACK/NAK durante subtramas del DL de multiemisión-difusión). Esto puede no ser posible, debido a la propiedad de portadora única, si los RB para transmisión ACK/NAK no son adyacentes a los de la transmisión PUSCH.

Otra razón más para tener los RB de ACK/NAK dinámica en la parte interior del ancho de banda de operación usado para transmisiones de ACK/NAK dinámicas y PUCCH periódicas es que los primeros necesitan típicamente ser más fiables que los últimos. Las transmisiones en el interior de los RB evitan ampliamente interferencias fuera de banda creadas por transmisiones en anchos de banda adyacentes, que pueden ser de una potencia sustancialmente mayor, y por lo tanto las señales ACK/NAK están mejor protegidas contra dicha interferencia si se colocan en los RB interiores.

Una generalización de la asignación de RB de la **FIG. 9** se presenta en la **FIG. 10** en la que además de los RB para transmisiones CQI, ACK/NAK dinámicas y PUSCH dinámicas, se incluyen también los RB para transmisiones ACK/NAK persistentes y PUSCH persistentes. El orden de las transmisiones periódicas puede intercambiarse o mezclarse. Dicho orden alternativo para las transmisiones periódicas se ilustra en la **FIG. 11**.

Los RB para transmisiones ACK/NAK persistentes **1010A** y **1010B** o los RB para transmisiones PUSCH persistentes **1020A** y **1020B** se localizan en el exterior de los RB para transmisiones ACK/NAK dinámicas **1030A** y **1030B** que de nuevo se colocan adyacentes y hacia el exterior de los RB para transmisiones PUSCH dinámicas **1040A** y **1040B** debido a que son los únicos que pueden variar entre subtramas en una forma que no puede determinarse. Aunque los RB para las transmisiones PUCCH periódica y PUSCH persistente pueden variar también entre subtramas, esto ocurre de una forma predeterminada.

Más aún, aunque en la **FIG. 10** los RB para transmisión ACK/NAK debido a planificación PDSCH persistente se localizan en ambas ranuras hacia el interior de los RB para transmisión CQI, esto no es necesario y los últimos pueden localizarse hacia el interior de los primeros en una de las dos ranuras. Adicionalmente, la transmisión para cualquiera de estas señales puede confinarse solo en una ranura o extenderse pasando una subtrama.

La **FIG. 11** ilustra el mismo principio que la **FIG. 10** siendo la única diferencia la colocación relativa de las transmisiones PUSCH persistentes **1110A** y **1110B** y CQI **1120A** y **1120B**. Dado que las transmisiones CQI requieren típicamente una mejor fiabilidad de recepción que las transmisiones PUSCH persistentes dado que las últimas se benefician del uso de HARQ, evitar la colocación de las CQI en los RB en el borde del ancho de banda de operación protege la señal de CQI de la interferencia fuera de banda potencial y puede mejorar por lo tanto su fiabilidad de recepción.

Tanto en la **FIG. 10** como en la **FIG. 11**, los RB para transmisiones ACK/NAK persistentes se localizan en el exterior de los RB para transmisiones ACK/NAK dinámicas y hacia el interior de los RB para transmisiones CQI o transmisiones PUSCH persistentes. De esta manera, si no hay planificación PDSCH en una subtrama del DL previo, tal como cuando esa subtrama transmite un tráfico de comunicación multiemisión-difusión, no tiene lugar ninguna transmisión ACK/NAK en una subtrama del UL posterior correspondiente y los RB que se habrían usado en caso contrario para transmisiones ACK/NAK por los UE pueden usarse para transmisiones PUSCH.

Al tener un número fijo de RB por subtrama para todas las transmisiones periódicas (CQI, ACK/NAK debido a planificación PDSCH persistente, planificación PUSCH persistente), y colocar los RB de ACK/NAK debido a planificación PDSCH dinámica entre los usados para transmisiones periódicas y los usados para transmisiones PUSCH dinámicas, los RB disponibles para transmisiones PUSCH dinámicas son contiguos y bien definidos. Este número fijo de RB por subtrama para las transmisiones periódicas puede comunicarse a los UE a través de un canal de difusión. Esta información se usa como un índice por los UE para determinar los RB para transmisiones ACK/NAK dinámicas (primer RB) si estos RB no se inician desde los bordes del ancho de banda de operación. Conociendo el número fijo de RB por subtrama usados para transmisiones periódicas, un UE puede aplicar un desplazamiento igual al número de estos RB (igual al índice) para determinar el primer RB disponible para transmisión ACK/NAK debido a planificación PDSCH dinámica.

5 Usando la **FIG. 10** como un ejemplo, el Nodo B en servicio difunde el número total de los RB usados para todas las transmisiones periódicas (tales como CQI, planificación PUSCH persistente, ACK/NAK debido a planificación PDSCH persistente) y este valor sirve como un índice para que un UE determine el primer RB disponible para transmisión ACK/NAK debido a la planificación PDSCH dinámica mediante la aplicación de un desplazamiento respectivo, igual a ese índice, con relación al primer RB en cualquier extremo del ancho de banda de operación.

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

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la asignación, en un Nodo B, de un recurso de frecuencia para transmisión en el enlace ascendente de una señal de control en un sistema de comunicación, comprendiendo el procedimiento:

5 asignar un primer recurso de frecuencia para transmisión de una señal de indicación de calidad del canal, CQI, en cada borde de un ancho de banda de operación;
 asignar un segundo recurso de frecuencia para la transmisión de una señal de acuse de recibo entre el primer recurso de frecuencia y un tercer recurso de frecuencia en el ancho de banda de operación; y
 asignar el tercer recurso de frecuencia para transmisión de una señal de datos del enlace ascendente en la parte media del ancho de banda de operación,

10 en el que la señal de CQI se transmite periódicamente, y la señal de acuse de recibo se transmite en respuesta a la transmisión de una señal de datos del enlace descendente.

2. Un Nodo B para asignación de un recurso de frecuencia para transmisión en el enlace ascendente de una señal de control en un sistema de comunicación, comprendiendo el Nodo B:

15 un receptor configurado para recibir la señal de control y una señal de datos; y
 un controlador configurado para:

 asignar un primer recurso de frecuencia para la transmisión de una señal de indicación de calidad del canal, CQI, en cada borde de un ancho de banda de operación;
 asignar un segundo recurso de frecuencia para la transmisión de una señal de acuse de recibo entre el primer recurso de frecuencia y un tercer recurso de frecuencia en el ancho de banda de operación; y
 20 asignar el tercer recurso de frecuencia para transmisión de una señal de datos del enlace ascendente en la parte media del ancho de banda de operación,

en el que la señal de CQI se transmite periódicamente, y la señal de acuse de recibo se transmite en respuesta a la transmisión de una señal de datos del enlace descendente.

25 3. Un procedimiento para transmisión, en un equipo de usuario, UE, de una señal de control en un sistema de comunicación, comprendiendo el procedimiento:

 si el UE transmite una señal de indicación de calidad del canal, CQI, transmisión de la señal de CQI mediante el uso de un primer recurso de frecuencia en cada borde de un ancho de banda de operación; y
 si el UE transmite una señal de acuse de recibo, transmitir la señal de acuse de recibo mediante el uso de un segundo recurso de frecuencia,

30 en el que el segundo recurso de frecuencia se asigna entre el primer recurso de frecuencia y un tercer recurso de frecuencia en el ancho de banda de operación, y el tercer recurso de frecuencia para transmisión de una señal de datos del enlace ascendente se asigna en la parte media del ancho de banda de operación,
 en el que la señal de CQI se transmite periódicamente, y la señal de acuse de recibo se transmite en respuesta a la transmisión de una señal de datos del enlace descendente.

35 4. Un equipo de usuario, UE, para la transmisión de una señal de control en un sistema de comunicación, comprendiendo el UE:

 un transmisor configurado para transmitir la señal de control mediante el uso de un recurso de frecuencia; y
 un controlador configurado para:

40 transmitir una señal de indicación de calidad del canal, CQI, mediante el uso de un primer recurso de frecuencia en cada borde de un ancho de banda de operación, si el UE transmite la señal de CQI; y
 transmitir una señal de acuse de recibo mediante el uso de un segundo recurso de frecuencia, si el UE transmite la señal de acuse de recibo,

45 en el que el segundo recurso de frecuencia se asigna entre el primer recurso de frecuencia y un tercer recurso de frecuencia en el ancho de banda de operación, y el tercer recurso de frecuencia para transmisión de una señal de datos del enlace ascendente se asigna en la parte media del ancho de banda de operación,
 en el que la señal de CQI se transmite periódicamente, y la señal de acuse de recibo se transmite en respuesta a la transmisión de una señal de datos del enlace descendente.

50 5. El procedimiento de la reivindicación 1 o la reivindicación 3, en el que la señal de CQI y la señal de acuse de recibo se transmiten respectivamente junto con una señal de referencia mapeada a diferentes posiciones de símbolo.

6. El Nodo B de la reivindicación 2 o el UE de la reivindicación 4, en el que la señal de CQI y la señal de acuse de recibo se transmiten respectivamente junto con una señal de referencia mapeada a diferentes posiciones de símbolo.

7. El procedimiento de la reivindicación 1 o la reivindicación 3, en el que una señal de referencia transmitida junto con la señal de CQI se mapea a segundas y sextas posiciones de símbolo en una ranura, una señal de referencia transmitida junto con la señal de acuse de recibo se mapea a la tercera a quinta posición de símbolo en la ranura, y
- 5 una señal de referencia transmitida junto con la señal de datos del enlace ascendente se mapea a una posición de símbolo media en la ranura.
8. El Nodo B de la reivindicación 2 o el UE de la reivindicación 4, en el que una señal de referencia transmitida junto con la señal de CQI se mapea a segundas y sextas posiciones de símbolo en una ranura, una señal de referencia transmitida junto con la señal de acuse de recibo se mapea a la tercera a quinta posición de
- 10 símbolo en la ranura, y una señal de referencia transmitida junto con la señal de datos del enlace ascendente se mapea a una posición de símbolo media en la ranura.
9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la transmisión de la señal de datos del enlace ascendente se asocia con una asignación de planificación transmitida desde el Nodo B.
- 15 10. El procedimiento de la reivindicación 1 o la reivindicación 3, en el que la señal de acuse de recibo se transmite dinámicamente usando el segundo recurso de frecuencia en el ancho de banda de operación.
11. El Nodo B de la reivindicación 2 o el UE de la reivindicación 4, en el que la señal de acuse de recibo se transmite dinámicamente usando el segundo recurso de frecuencia en el ancho de banda de operación.

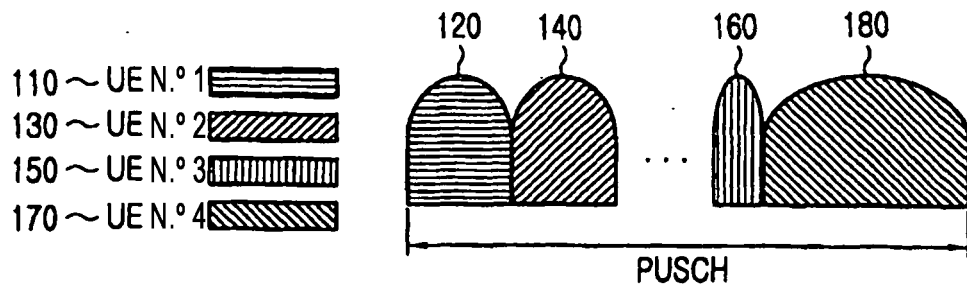


FIG.1

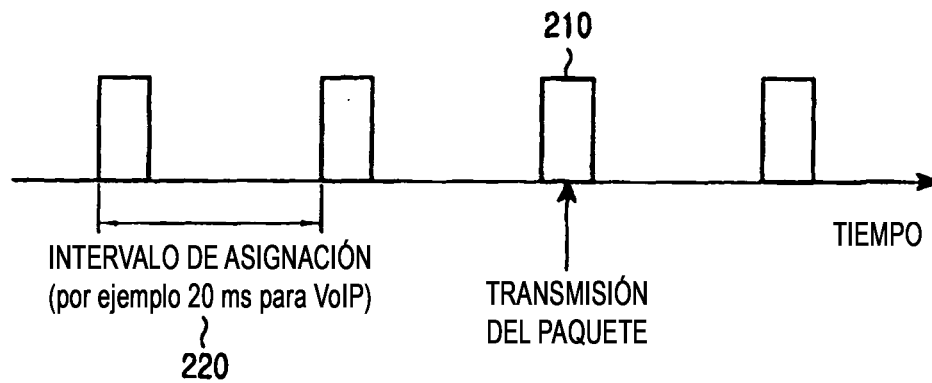


FIG.2

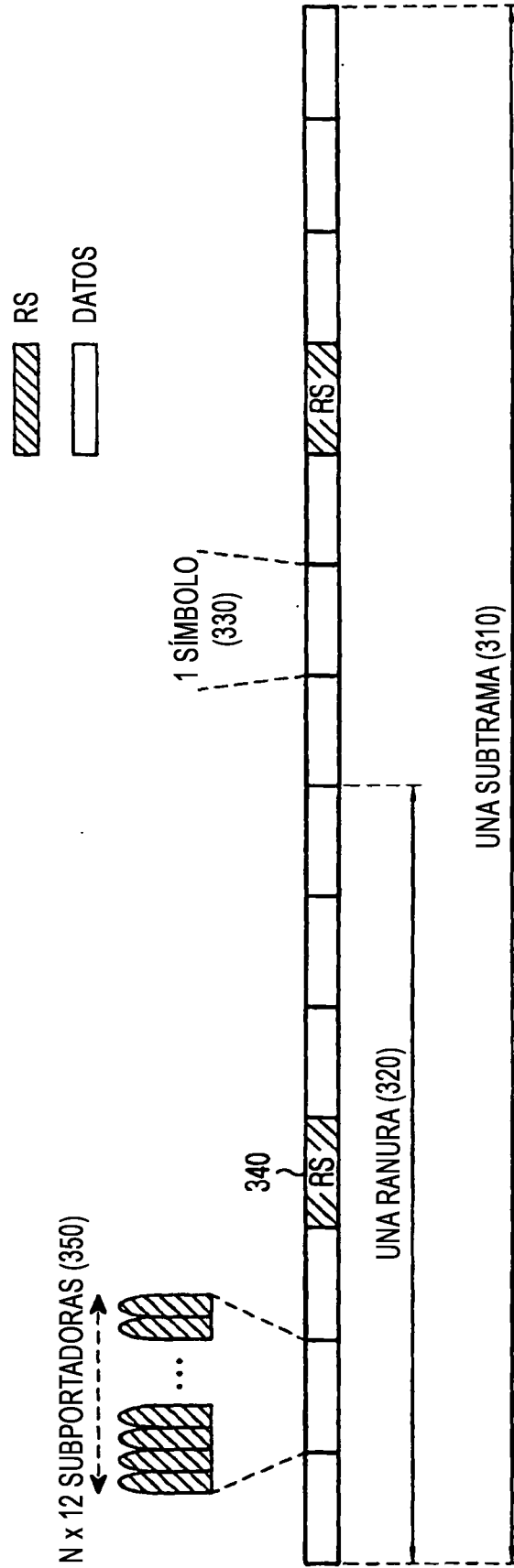


FIG.3

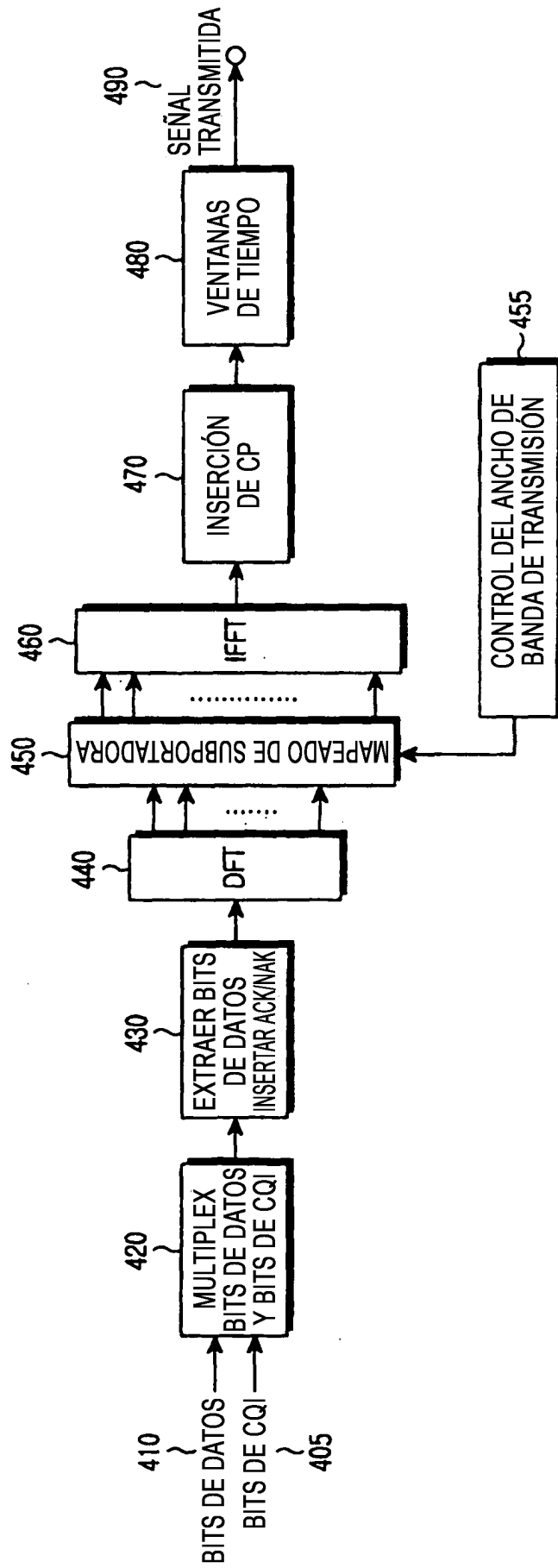


FIG.4

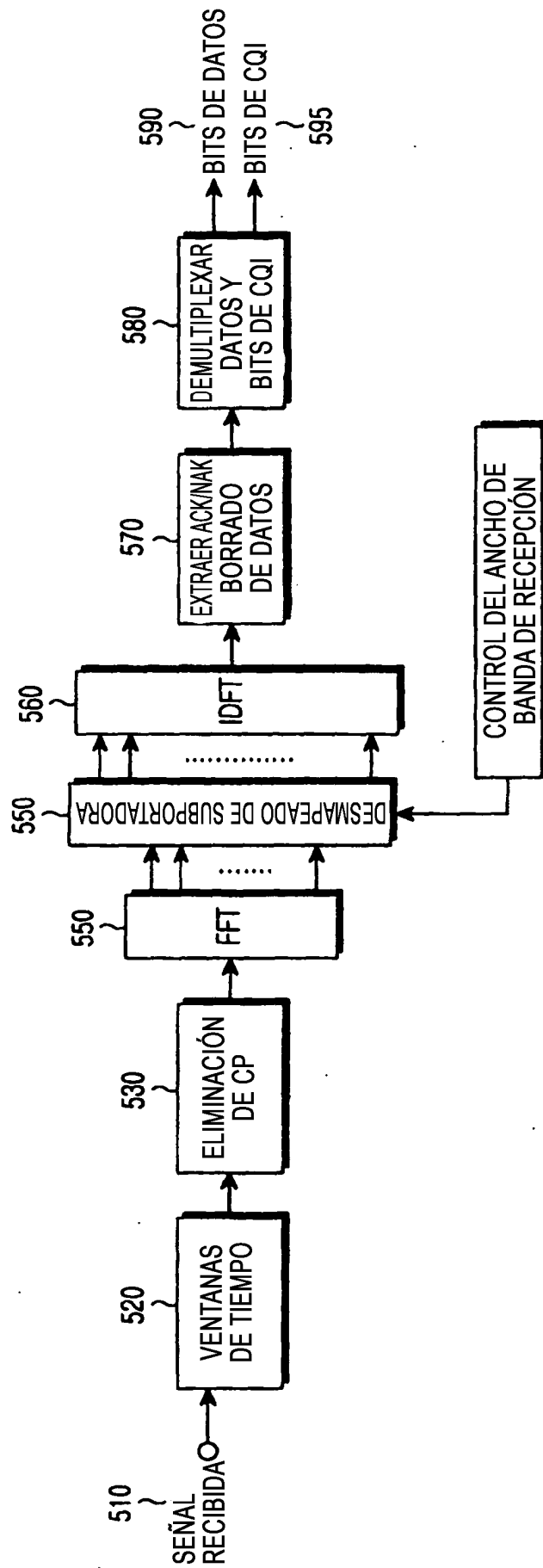


FIG.5

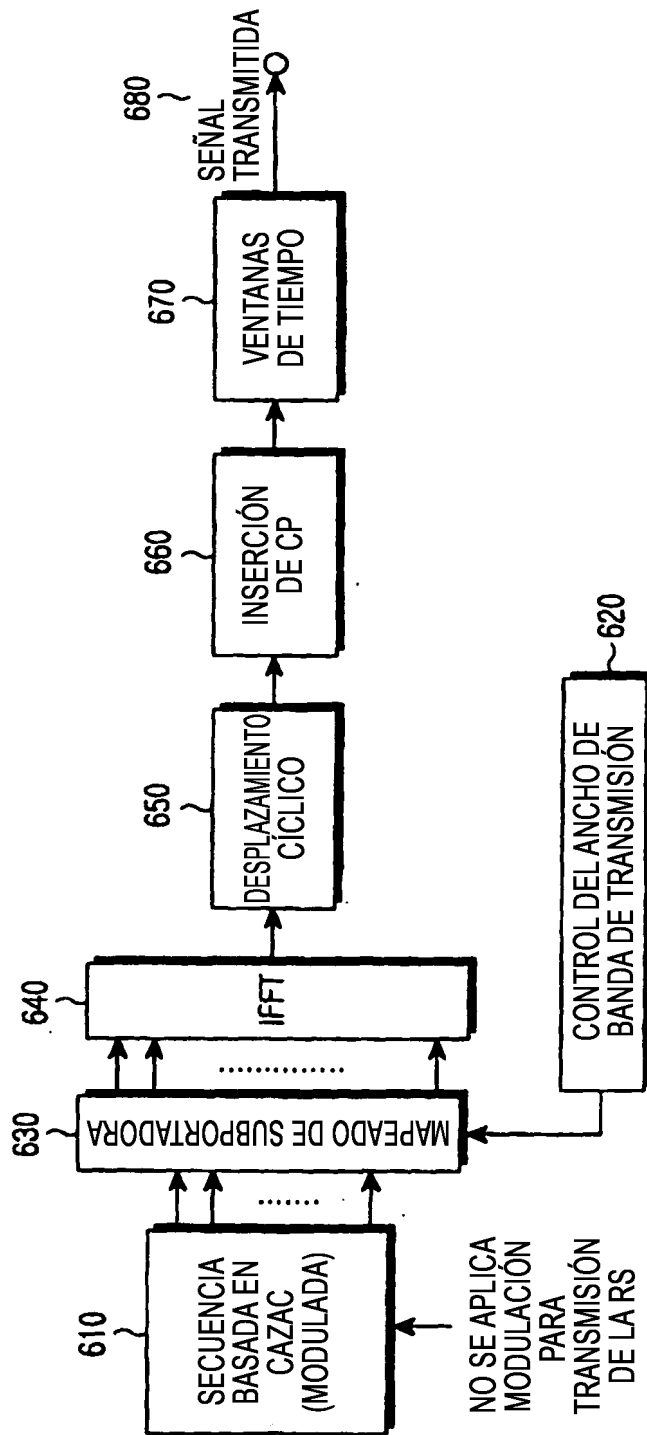


FIG.6

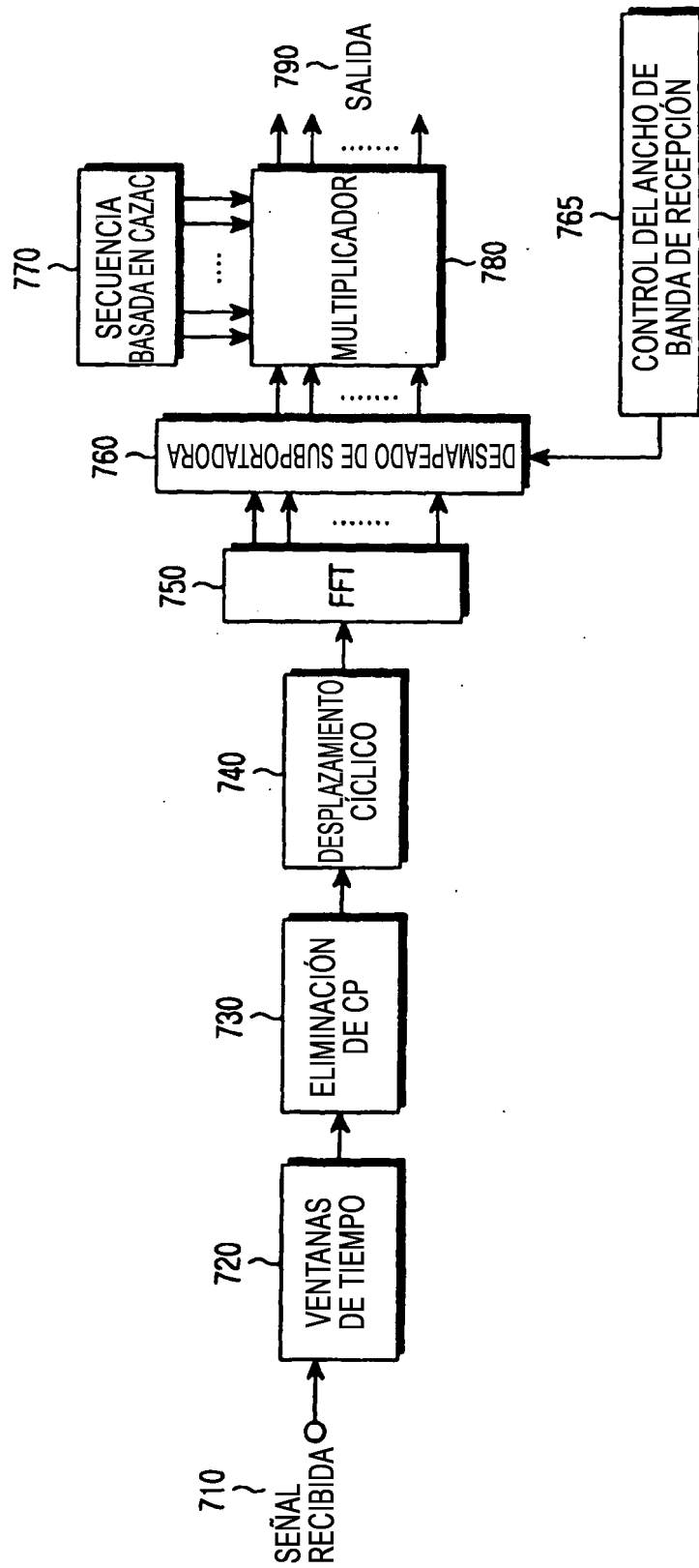


FIG.7

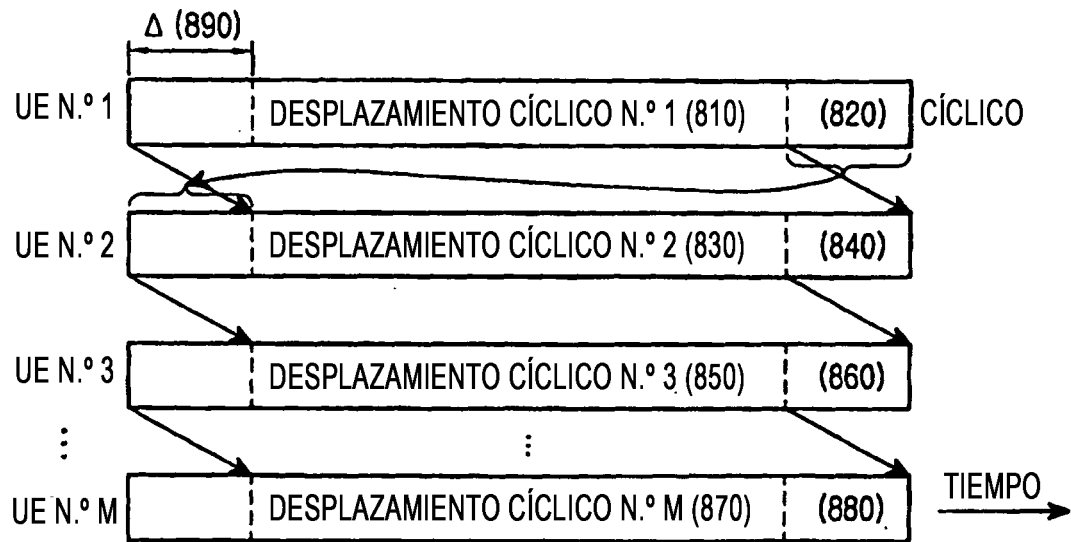


FIG.8

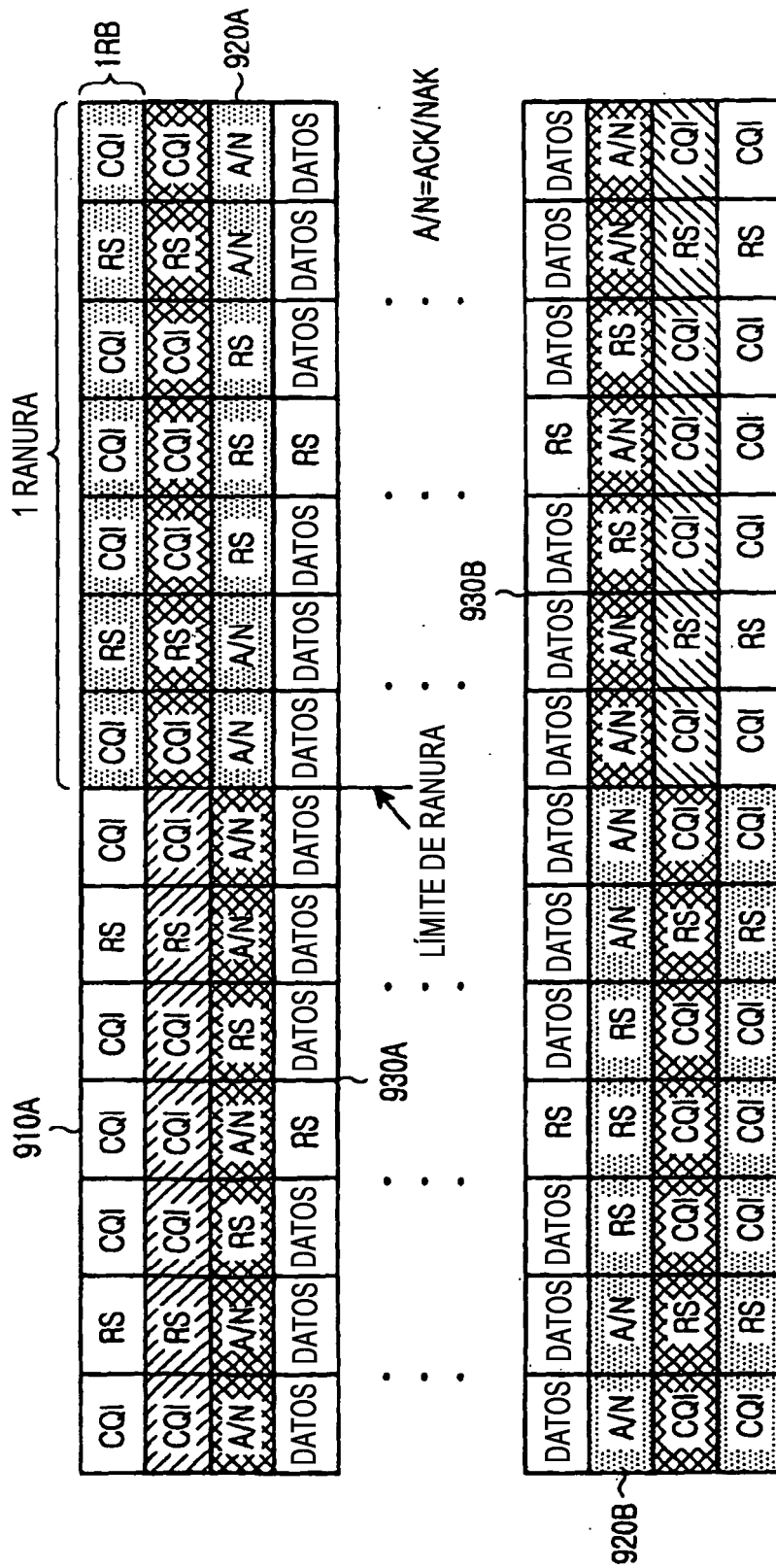


FIG. 9

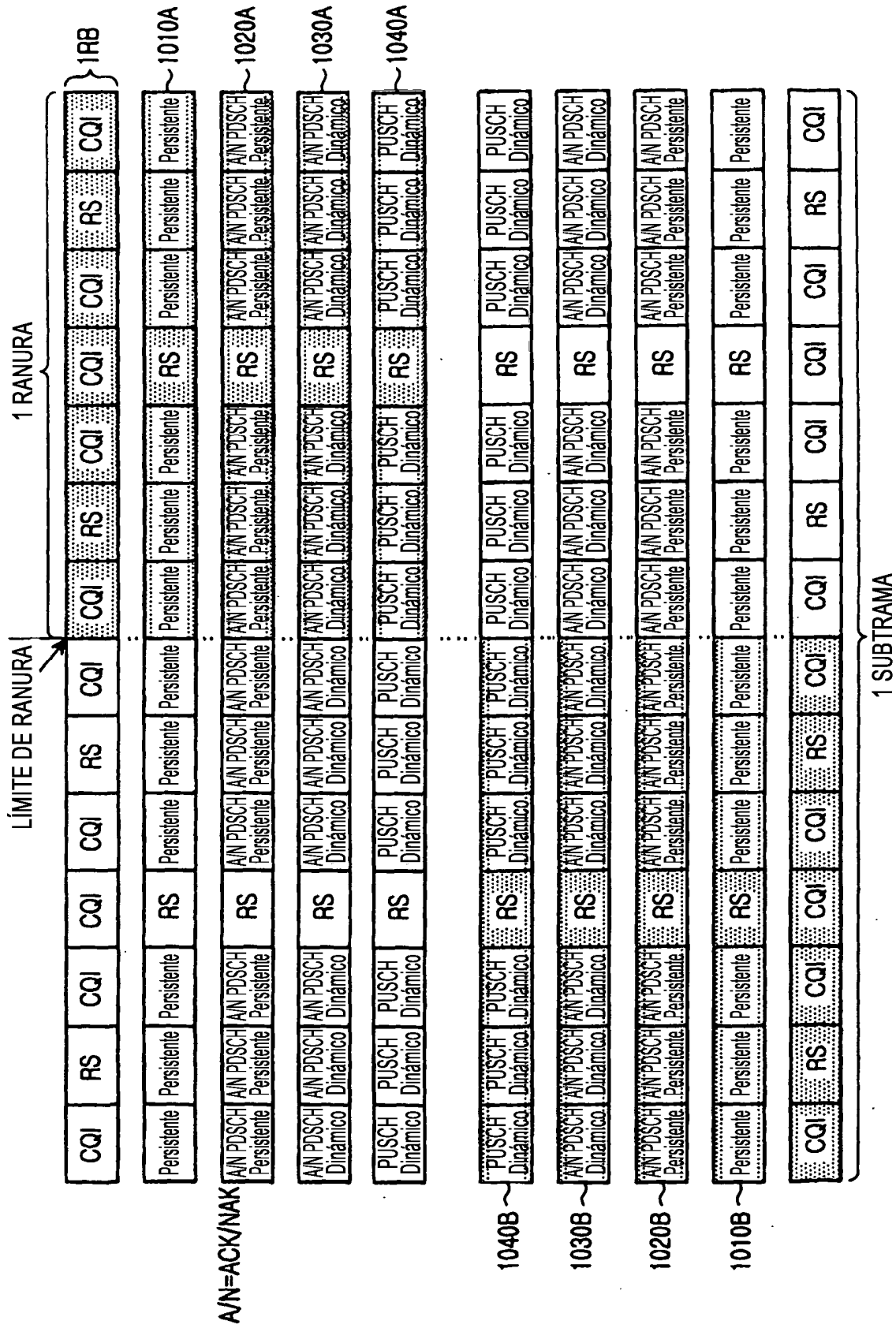


FIG.10

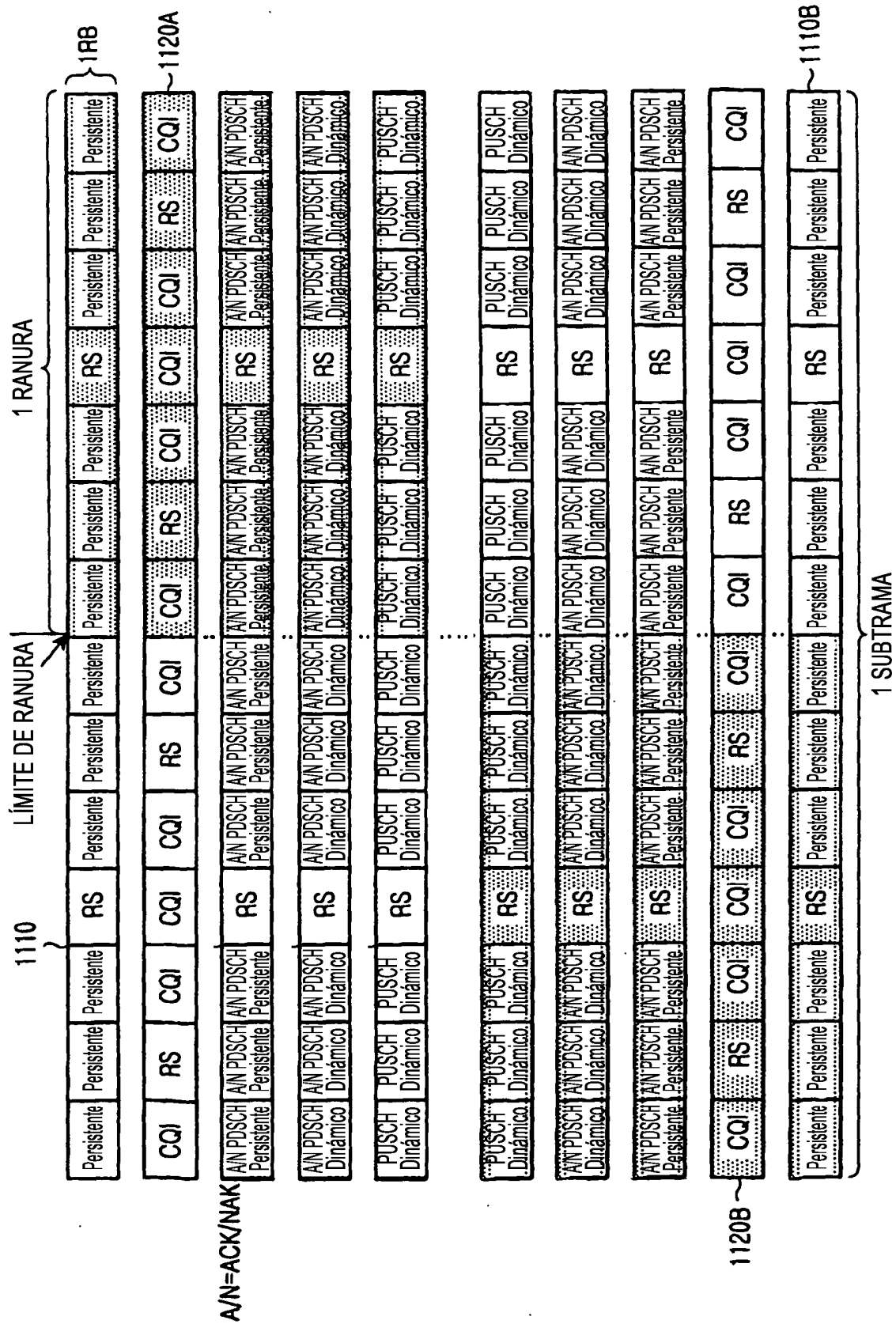


FIG. 11