

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 602 805**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)

H04L 1/16 (2006.01)

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2008 E 08010383 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016 EP 2001184**

54 Título: **Señalización de datos de control en sistemas de comunicación SC-FDMA**

30 Prioridad:

08.06.2007 US 942843 P

04.06.2008 US 133120

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

22.02.2017

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 2 602 805 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

Señalización de datos de control en sistemas de comunicación SC-FDMA

Antecedentes de la invención**1. Campo de la invención**

- 5 La presente invención se refiere, en general, a sistemas de comunicación inalámbrica y, más específicamente, a multiplexar información de control y de datos en sistemas de comunicación de acceso múltiple por división en frecuencia de portadora única (SC-FDMA).

2. Descripción de la técnica relacionada

- 10 En particular, la presente invención considera la transmisión de bits de acuse de recibo positivo o negativo (ACK o NAK, respectivamente) y bits de indicador de calidad de canal (CQI) junto con información de datos en un sistema de comunicaciones SC-FDMA y se considera adicionalmente en el desarrollo del Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la 3ª Generación (3GPP) del Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA) de la evolución a largo plazo (LTE). La invención supone la comunicación del enlace ascendente (UL) que corresponde a la transmisión de señal desde los equipos de usuarios (UE) móviles a una estación base servidora (Nodo B). Un UE, también denominado comúnmente como un terminal o una estación móvil, puede ser fijo o móvil y puede ser un dispositivo inalámbrico, un teléfono celular, un dispositivo de ordenador personal, una tarjeta de módem inalámbrico, etc. Un Nodo B es en general una estación fija y puede denominarse también un sistema transceptor base (BTS), un punto de acceso, o alguna otra terminología. Los bits de ACK/NAK y los bits de CQI pueden también denominarse simplemente como bits de información de control.

- 20 Los bits de ACK o NAK son en respuesta a la recepción correcta o incorrecta, respectivamente, de paquetes de datos, en el enlace descendente (DL) del sistema de comunicación, que corresponde a la transmisión de señal desde el Nodo servidor B a un UE. El CQI transmitido desde un UE de referencia se pretende para informar al Nodo B servidor de las condiciones de canal que experimenta el UE para la recepción de señal, que posibilita que el Nodo B realice planificación dependiente de canal de paquetes de datos de DL. Cualquiera o ambos del ACK/NAK y CQI pueden transmitirse por un UE en el mismo intervalo de tiempo de transmisión (TTI) con datos o en un TTI separado sin datos. La invención desvelada considera el primer caso, que también puede denominarse como transmisión de datos asociados de ACK/NAK y/o CQI.

- 30 Los UE se supone que transmiten bits de control y datos a través de un TTI que corresponde a una subtrama. La **Figura 1** ilustra un diagrama de bloques de la estructura de subtrama **110** supuesta en la realización ejemplar de la invención desvelada. La subtrama incluye dos intervalos. Cada intervalo **120** incluye adicionalmente siete símbolos y cada símbolo **130** incluye adicionalmente un prefijo cíclico (CP) para atenuar la interferencia debido a efectos de propagación de canal, como se conoce en la técnica. La transmisión de señal en los dos intervalos puede ser en la misma parte o puede ser en dos partes diferentes del ancho de banda de operación. Adicionalmente, el símbolo medio en cada intervalo lleva la transmisión de señales de referencia (RS) **140**, también conocidas como señales piloto, que se usan para varios fines incluyendo para proporcionar estimación de canal para demodulación coherente de la señal recibida.

- 40 El ancho de banda de transmisión (BW) se supone que incluye unidades de recursos de frecuencia, que se denominarán en el presente documento como bloques de recursos (RB). Una realización ejemplar supone que cada RB incluye 12 subportadoras y se asigna a los UE un múltiplo N de RB consecutivos **150**. Sin embargo, los valores anteriores son únicamente ilustrativos y no restrictivos de la invención.

- 45 Un diagrama de bloques ejemplar de las funciones del transmisor para señalización de SC-FDMA se ilustra en la **Figura 2**. Los bits de CQI codificados **205** y los bits de datos codificados **210** están multiplexados **220**. Si es necesario también que los bits de ACK/NAK se multiplexen, la realización ejemplar supone que los bits de datos están perforados para adaptar los bits de ACK/NAK **230**. Como alternativa, los bits de CQI (si los hubiera) pueden estar perforados o puede aplicarse diferente tasa de coincidencia, como se conoce en la técnica, a bits de datos o bits de CQI para adaptar bits de ACK/NAK. A continuación se obtiene **240** la transformada de Fourier discreta (DFT) de los bits de datos y bits de control combinados, se seleccionan **255** las subportadoras **250** que corresponden al ancho de banda de transmisión asignado, se realiza **260** la transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) y finalmente se aplica el prefijo cíclico (CP) **270** y el filtrado **280** a la señal transmitida **290**.

- 50 Como alternativa, como se ilustra en la **Figura 3**, para transmitir los bits de control (ACK/NAK y/o CQI) **310**, puede aplicarse **330** perforación de bits de datos codificados **320** (en lugar de aplicar también tasa de coincidencia como en la **Figura 2**) y ciertos bits de datos codificados (por ejemplo, los bits de paridad en caso de turbo codificación) pueden sustituirse por bits de control. Se obtiene a continuación la transformada de Fourier discreta (DFT) **340** de los bits combinados, se seleccionan **355** las subportadoras **350** que corresponden al ancho de banda de transmisión asignado (se supone mapeo localizado pero puede usarse también mapeo distribuido), se realiza la transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) **360** y finalmente se aplica el prefijo cíclico (CP) **370** y filtrado **380** a la señal transmitida **390**.

- 5 Esta multiplexación de división de tiempo (TDM) ilustrada en la **Figura 2 y Figura 3** entre bits de control (ACK/NAK y/o CQI) y bits de datos anterior a la DFT es necesaria para conservar la propiedad de portadora única de la transmisión. Se supone que ha de insertarse relleno cero, como se conoce en la técnica, por un UE de referencia en subportadoras usadas por otro UE y en subportadoras de guarda (no mostradas). Además, por brevedad, la circuitería de transmisor adicional tal como el convertidor de digital a analógico, filtros analógicos, amplificadores y antenas de transmisión no se ilustran en la **Figura 2 y Figura 3**. De manera similar, el proceso de codificación para los bits de datos y los bits de CQI, así como el proceso de modulación para todos los bits transmitidos, son bien conocidos en la técnica y se omite por brevedad.
- 10 En el receptor, se realizan las operaciones de transmisor inversas (complementarias). Esto se ilustra conceptualmente en la **Figura 4** donde se realizan las operaciones inversas de aquellas ilustradas en la **Figura 2**. Como se conoce en la técnica (no se muestra por brevedad), una antena recibe la señal analógica de radio frecuencia (RF) y después de unidades de procesamiento adicionales (tales como filtros, amplificadores, conversores descendentes de frecuencia y convertidores de analógico a digital) la señal recibida digital **410** pasa a través de una unidad generadora de ventanas de tiempo **420** y se elimina el CP **430**. Posteriormente, la unidad receptora aplica una FFT **440**, selecciona **445** las subportadoras **450** usadas por el transmisor, aplica una DFT inversa (IDFT) **460**, extrae los bits de ACK/NAK y coloca respectivos borrados para los bits de datos **470**, y demultiplexa **480** los bits de datos **490** y los bits de CQI **495**. Como para el transmisor, las funcionalidades de receptor bien conocidas en la técnica tales como estimación de canal, demodulación y decodificación no se muestran por brevedad y no son importantes para la presente invención.
- 20 Los bits de control típicamente requieren mejor fiabilidad de recepción que los bits de datos. Esto es principalmente debido a que la petición automática de repetición híbrida (HARQ) normalmente se aplica a transmisión de datos pero no a transmisión de control. Adicionalmente, los bits de ACK/NAK típicamente requieren mejor fiabilidad de recepción que los bits de CQI ya que la recepción errónea de bits de ACK/NAK tiene más consecuencias perjudiciales para la calidad global y eficacia de la comunicación que las que tiene la recepción errónea para los bits de CQI.
- 25 El tamaño de recursos en una subtrama de transmisión requeridos para señalización de control para una fiabilidad de recepción deseada dada depende de las condiciones de canal que experimenta la transmisión de señal desde un UE y en particular, de la relación de señal a ruido e interferencia (SINR) de la señal recibida en el Nodo B servidor.
- 30 Existe una necesidad para determinar la colocación de los bits de control cuando se transmiten en la misma subtrama con bits de datos de modo que se proporcione mejor fiabilidad de recepción para los bits de control que para los bits de datos.
- Existe otra necesidad para determinar la colocación de los bits de acuse de recibo con relación a los bits de indicación de calidad de canal, en caso de que se multiplexen simultáneamente, para proporcionar mejor fiabilidad de recepción para los primeros.
- 35 Existe otra necesidad para dimensionar los recursos requeridos para la transmisión de bits de acuse de recibo, en una subtrama que también contiene bits de datos, como una función de las condiciones de canal experimentadas por la transmisión de señal desde un UE.
- 40 Nokia Siemens Networks et al: "ACK/NACK transmission with UL data", borrador del 3GPP; R1-072313, Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la 3ª Generación (3GPP), Mobile Competence Centre, 650, Route Des Lucioles; F-06921 Sophia-Antipolis CEDEX; Francia, vol RAN WG1, n. ° Kobe, Japón, 2 de mayo de 2007, se refiere a transmisión de acuse de recibo en el enlace ascendente de un sistema 3GPP. Los símbolos asignados a información de acuse de recibo se mapean en el comienzo de los primeros tres símbolos en el primer intervalo de la subtrama y se repiten en el segundo intervalo de la subtrama. El cuarto símbolo comprende una señal de referencia, y del quinto a séptimo símbolos únicamente comprenden datos sin información de acuse de recibo. La información de acuse de recibo puede multiplexarse con los datos de enlace ascendente.
- 45 Ericsson: "Uplink CQI reporting", borrador del 3GPP; R1-072474, Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la 3ª Generación (3GPP), Mobile Competence Centre, 650, Route Des Lucioles; F-06921 Sophia-Antipolis CEDEX; Francia, vol RAN WG1, n. ° Kobe, Japón, 2 de mayo de 2007, se refiere a informe de CQI de enlace ascendente.
- 50 El documento EP 1 806 867 A2 se refiere a un procedimiento y aparato para multiplexación en tiempo e información de señalización de enlace ascendente en un sistema SC-FDMA. Dos bloques cortos llevan pilotos, y los bloques largos llevan datos de enlace ascendente e información de control que define el formato de transformación de los datos de enlace ascendente excepto para los pilotos. Una subtrama incluye el segundo piloto usado adicionalmente para el ACK/NACK. El segundo piloto para estimación del canal en relación con el ACK/NACK se transmite a un recurso de tiempo justo adyacente a los recursos de ACK/NACK. Debido al uso del ACK/NACK y al segundo piloto, una subtrama tiene cinco bloques largos de menos.
- 55 El documento EP 1 720 310 A2 se refiere a un procedimiento y aparato para multiplexar datos e información de control en sistemas de comunicación inalámbrica basados en acceso múltiple por división en frecuencia. Se propone un procedimiento de multiplexación de datos e información de control en al menos un bloque de símbolos de entre

múltiples bloques de símbolos incluidos en un TTI y que transmite simultáneamente la información de control de datos multiplexados. La información de control incluye un esquema de modulación aplicado a datos de transmisión, un esquema de codificación de canal, un tamaño de bloque de datos, y una petición automática de repetición híbrida (HARQ) - información relacionada tal como un ID de subpaquete. Esto puede incluirse junto con información de control, tal como el indicador de calidad de canal (CQI) o ACK/NACK. Un intervalo de tiempo de transmisión (TTI) incluye ocho periodos de bloque de símbolos. El generador de símbolos genera un bloque de símbolos que incluye una información de control y datos en un periodo de bloque de símbolos predeterminado dentro del TTI. El generador de bloque de símbolos genera bloques de símbolos que incluyen datos o una señal piloto sin información de control en otros periodos de bloque de símbolos. Cada símbolo incluye M número de símbolos que se mapean a M número de entradas de la unidad de FFT. En el periodo de bloque de símbolos en el que se multiplexan datos e información de control, la información de control incluye K número de símbolos, los datos incluyen (M-K) número de símbolos, y la información de control y los datos se aplican a los índices de entrada de 0~(K-1) y K~(M-1) de la unidad de FFT, respectivamente. Los parámetros K y M tienen valores que se determinan por la cantidad de información de control necesaria y la cantidad de datos a transmitirse, respectivamente.

El documento WO 2007/013559 A1 se refiere a un aparato de comunicación inalámbrica y procedimiento de comunicación inalámbrica. La sección de control de inserción de señal piloto obtiene información que muestra el intervalo para insertar señales piloto, determina la disposición de las señales piloto de acuerdo con información de inserción de señal piloto obtenida y la información de retardo permisible, y emite una señal de control a la sección de multiplexación, para controlar las señales piloto mapeadas y la disposición determinada. Si se mapea un piloto adicional en el dominio de frecuencia, la sección de estimación de respuesta de canal estima la respuesta de canal por subportadora usando el símbolo piloto en el momento en el que se mapea el piloto adicional.

Sumario de la invención

Por consiguiente, la presente invención se ha diseñado para resolver los problemas anteriormente mencionados que tienen lugar en la técnica anterior, y las realizaciones de la invención proporcionan un aparato y un procedimiento para asignar recursos en una subtrama para la transmisión de bits de control y bits de datos. Estos problemas se resuelven mediante la materia objeto de las reivindicaciones independientes. Se definen realizaciones preferidas en las reivindicaciones dependientes. La presente invención proporciona un aparato y procedimiento para la colocación de señales que llevan los bits de control y los bits de datos en símbolos de transmisión con relación a los símbolos usados para transmisión de señales de referencia para posibilitar mejor fiabilidad de recepción de los bits de control.

La presente invención proporciona un aparato y procedimiento para la colocación de bits de acuse de recibo con prioridad superior que los bits de indicación de calidad de canal para posibilitar mejor fiabilidad de recepción de los bits de acuse de recibo.

La presente invención proporciona un aparato y procedimiento para dimensionar y colocar bits de acuse de recibo en una subtrama de acuerdo con los correspondientes recursos necesarios para conseguir la fiabilidad de recepción deseada.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para formar una señal en un sistema de comunicación, transmitiéndose la señal durante un periodo de tiempo que incluye una pluralidad de símbolos llevando al menos un símbolo de la pluralidad de símbolos una señal de referencia y llevando los símbolos restantes de la pluralidad de símbolos una señal de información, incluyendo la señal de información al menos bits de información de control y bits de información de datos, dicho aparato comprende una unidad de mapeo para colocar al menos uno de los bits de control en al menos uno de los símbolos restantes localizados únicamente cerca del al menos un símbolo que lleva la señal de referencia, para colocar al menos uno de los bits de información de datos en al menos uno de los símbolos restantes no localizados cerca del al menos un símbolo de los símbolos que llevan la señal de referencia, y una unidad transmisora para transmitir durante el al menos uno de la pluralidad de símbolos que llevan la señal de referencia y transmitir durante los símbolos restantes de dicha pluralidad de símbolos que llevan la señal de información.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para formar una señal en un sistema de comunicación, transmitiéndose la señal durante un periodo de tiempo que incluye una pluralidad de símbolos llevando al menos dos símbolos de la pluralidad de símbolos una señal de referencia y llevando los símbolos restantes de la pluralidad de símbolos una señal de información, incluyendo la señal de información bits de acuse de recibo y bits de datos, el aparato comprende una unidad de mapeo para colocar los bits de acuse de recibo únicamente en un símbolo después de uno primero de los al menos dos símbolos que llevan la señal de referencia y únicamente en un símbolo antes de uno último de los al menos dos símbolos que llevan la señal de referencia, y para colocar los bits de datos en al menos uno de los símbolos restantes no localizados cerca de los al menos dos símbolos que llevan la señal de referencia, y una unidad transmisora para transmitir durante los al menos dos símbolos que llevan la señal de referencia y transmitir durante los símbolos restantes que llevan la señal de información.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para formar una señal en un equipo de usuario, transmitiéndose la señal durante un periodo de tiempo en un medio de canal, incluyendo el

periodo de tiempo una pluralidad de símbolos llevando al menos un símbolo de la pluralidad de símbolos una señal de información, incluyendo la señal de información bits de acuse de recibo y bits de datos, el aparato comprende una unidad de mapeo para colocar los bits de acuse de recibo en un primer conjunto de recursos cuando el equipo de usuario opera en primeras condiciones de medio de canal, y para colocar los bits de acuse de recibo en un segundo conjunto de recursos cuando el equipo de usuario opera en segundas condiciones de medio de canal, y una unidad transmisora para transmitir durante el al menos un símbolo que lleva la señal de información.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para formar una señal en un sistema de comunicación, el aparato comprende un transmisor para transmitir una señal de referencia durante al menos un símbolo que tiene un periodo de transmisión, y un mapeador para mapear bits de acuse de recibo para transmisión únicamente a símbolos adyacentes alrededor del al menos un símbolo para transmisión de señal de referencia, y para mapear bits de información de datos para transmisión durante al menos un símbolo no adyacente a al menos un símbolo para la transmisión de la señal de referencia.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para formar una señal en un sistema de comunicación, el aparato comprende un receptor para recibir una señal de referencia durante al menos un periodo de símbolo que tiene un periodo de recepción, y un desmapeador para desmapear bits de acuse de recibo localizados únicamente en símbolos adyacentes alrededor del al menos un símbolo para la recepción de la señal de referencia y para desmapear bits de información de datos localizados durante al menos un símbolo no adyacente a al menos un símbolo para la recepción de la señal de referencia.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para formar una señal en un sistema de comunicación, transmitiéndose la señal durante un periodo de tiempo que incluye una pluralidad de símbolos, llevando al menos un símbolo de la pluralidad de símbolos una señal de referencia y llevando los símbolos restantes de la pluralidad de símbolos una señal de información, incluyendo la señal de información bits de información de control y bits de información de datos, el procedimiento comprende mapear al menos uno de los bits de información de control en al menos uno de los símbolos restantes localizados únicamente cerca del al menos un símbolo que lleva la señal de referencia, mapear al menos uno de los bits de información de datos en al menos uno de los símbolos restantes no localizados cerca del al menos un símbolo de los símbolos que llevan la señal de referencia, transmitir el al menos uno de la pluralidad de símbolos que llevan la señal de referencia, y transmitir los símbolos restantes de la pluralidad de símbolos que llevan la señal de información.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para formar una señal en un sistema de comunicación, transmitiéndose la señal durante un periodo de tiempo que incluye una pluralidad de símbolos llevando al menos dos símbolos de la pluralidad de símbolos una señal de referencia y llevando los símbolos restantes de la pluralidad de símbolos una señal de información, incluyendo la señal de información bits de acuse de recibo y bits de datos, el procedimiento comprende mapear los bits de acuse de recibo en únicamente el símbolo después de uno primero de los al menos dos símbolos que llevan la señal de referencia y únicamente en el símbolo antes de uno último de los al menos dos símbolos que llevan la señal de referencia, mapear los bits de datos en al menos uno de los símbolos restantes no localizados cerca de los al menos dos símbolos que llevan la señal de referencia, transmitir los al menos dos símbolos que llevan la señal de referencia, y transmitir los símbolos restantes que llevan la señal de información.

De acuerdo con un ejemplo adecuado para entender la invención, se proporciona un procedimiento para formar una señal en un equipo de usuario, transmitiéndose la señal durante un periodo de tiempo en un medio de canal, incluyendo el periodo de tiempo una pluralidad de símbolos, llevando al menos un símbolo de la pluralidad de símbolos una señal de información, incluyendo la señal de información bits de acuse de recibo y bits de datos, el procedimiento comprende mapear los bits de acuse de recibo en un primer conjunto de recursos cuando el equipo de usuario opera en primeras condiciones de medio de canal, mapear los bits de acuse de recibo en un segundo conjunto de recursos cuando el equipo de usuario opera en segundas condiciones de medio de canal, y transmitir el al menos un símbolo que lleva la señal de información.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para formar una señal en un sistema de comunicación, transmitiéndose la señal durante un periodo de tiempo que incluye una pluralidad de símbolos, llevando dos símbolos de una subtrama una señal de referencia y llevando los símbolos restantes de la subtrama una señal de información, incluyendo la señal de información al menos bits de información de control y bits de información de datos, dicho aparato comprende una unidad de mapeo para mapear los bits de control en al menos uno de los símbolos restantes dentro del alrededor cerca del al menos un símbolo que lleva la señal de referencia, y una unidad transmisora para transmitir el al menos uno de la pluralidad de símbolos que llevan la señal de referencia.

Breve descripción de los dibujos

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

la **Figura 1** es un diagrama de bloques que ilustra una estructura de subtrama ejemplar para el sistema de comunicación SC-FDMA;

la **Figura 2** es un diagrama de bloques ilustrativo de un primer transmisor de SC-FDMA ejemplar para multiplexar bits de datos, bits de CQI, y bits de ACK/NAK en una subtrama de transmisión;

5 la **Figura 3** es otro diagrama de bloques ilustrativo de un segundo transmisor de SC-FDMA ejemplar para multiplexar bits de datos, bits de CQI, y bits de ACK/NAK en una subtrama de transmisión;

la **Figura 4** es un diagrama de bloques ilustrativo de un receptor de SC-FDMA ejemplar, que corresponde al primer transmisor de SC-FDMA ejemplar, para demultiplexar bits de datos, bits de CQI, y bits de ACK/NAK en una subtrama de recepción;

10 la **Figura 5** presenta resultados de tasa de errores de bits (BER) no codificados como una función del número de símbolo (posición de símbolo) en el intervalo de subtrama y la velocidad de UE;

la **Figura 6** es un diagrama de bloques que ilustra un primer procedimiento para la selección de los símbolos de subtrama que llevan la transmisión de bits de CQI y bits de ACK/NAK;

15 la **Figura 7** es un diagrama de bloques que ilustra un primer procedimiento para la selección de los símbolos de subtrama que llevan la transmisión de bits de ACK/NAK;

la **Figura 8** es un diagrama de bloques que ilustra un primer procedimiento para la selección de los símbolos de subtrama que llevan la transmisión de bits de CQI;

la **Figura 9** es un diagrama de bloques que ilustra un segundo procedimiento para la selección de los símbolos de subtrama que llevan la transmisión de bits de ACK/NAK con tara reducida; y

20 la **Figura 10** es un diagrama de bloques que ilustra un segundo procedimiento para la selección de los símbolos de subtrama que llevan los bits de CQI de transmisión y bits de ACK/NAK.

Descripción detallada de las realizaciones ejemplares

25 La presente invención se describirá ahora más completamente en lo sucesivo con referencia a los dibujos adjuntos. Esta invención puede realizarse, sin embargo, en muchas formas diferentes y no debería interpretarse como limitada a los ejemplos expuestos en el presente documento. En su lugar, estos ejemplos se proporcionan de modo que esta divulgación será minuciosa y completa, y transmitirá completamente el alcance de la invención a los expertos en la materia.

30 Adicionalmente, aunque la invención supone un sistema de comunicación de acceso múltiple por división en frecuencia de portadora única (SC-FDMA), se aplica también a todos los sistemas de FDM en general y a OFDMA, OFDM, FDMA, OFDM de DFT ensanchada, OFDMA de DFT ensanchada, OFDMA de portadora única (SC-OFDMA), y OFDM de portadora única en particular.

35 Básicamente, los sistemas y los procedimientos de las realizaciones de la presente invención resuelven problemas relacionados con la necesidad de proporcionar la fiabilidad deseada para la recepción de señalización de control bajo estructuras de subtrama de transmisión indicativa y proporcionar ventajas adicionales tales como la reducción de tara de recursos para la transmisión de señales de control.

40 Una primera observación para la estructura de subtrama ilustrada en la Figura 1 es que la señal de referencia (RS) existe únicamente en el símbolo medio de cada intervalo. En caso de un terminal móvil, o equipo de usuario (UE), con alta velocidad, esto puede degradar sustancialmente la estimación de canal para símbolos localizados más lejos de la RS (es decir, para símbolos cerca del comienzo y final de cada intervalo) debido a la variación rápida del medio de canal a medida que la velocidad del UE aumenta. Esto puede ser aceptable para transmisión de datos que están codificados, que tienen típicamente una tasa de errores de bloque objetivo (BLER) relativamente grande, tal como el 10 % o superior, y puede beneficiarse de retransmisiones a través de un proceso de HARQ convencional. A la inversa, el CQI y particularmente el ACK/NAK tienen requisitos de rendimiento mucho más estrictos, típicamente la HARQ no se aplica a las transmisiones correspondientes, y proporcionar una estimación de canal precisa es esencial para conseguir la fiabilidad de recepción deseada.

45 Se proporciona un breve conjunto de resultados de simulación para la tasa de errores de bits (BER) no codificados (en bruto) para ilustrar el impacto de la estimación de canal imprecisa en la calidad de recepción como una función de la posición de símbolo en el intervalo y la velocidad del UE. La **Tabla 1** proporciona los ajustes de simulación bajo condiciones óptimas para la pérdida de rendimiento debido a la estimación de canal imperfecta en los símbolos más lejos de la RS para las siguientes razones:

El ancho de banda de transmisión es 1 RB. Esto maximiza la potencia por subportadora.

La selectividad de frecuencia de canal es grande y hay 2 antenas de receptor de Nodo B no correlacionadas. Esto maximiza la pendiente de la curva de BER no codificada (en bruto) y minimiza la pérdida de rendimiento relativa debido a la estimación de canal imperfecta para un valor de BER objetivo.

55 La operación de la relación de señal a ruido e interferencia (SINR) es grande. Esto minimiza el impacto de estimación de canal imprecisa.

Tabla 1: supuestos de simulación

Parámetros	Supuestos
Ancho de banda de operación @ Frecuencia portadora	5 MHz @ 2,6 GHz
Esquema de modulación	Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura (QPSK)
Ancho de banda de transmisión de datos (BW)	1 RB
velocidad de UE	3, 30, 120 y 350 kilómetros por hora (Kmph)
Tipo de transmisión	Localizada (en mismo RB) durante la subtrama a 3,30 Kmph Salto de frecuencia entre intervalos a 120 y 350 Kmph
Modelo de canal	GSM - Terrestre-urbano con 6 trayectorias (TU6)
Número de antenas de receptor de Nodo B	2
Número de antenas de transmisor de UE	1

5 La **Figura 5** presenta la BER no codificada. En localizaciones de símbolos simétricas a la RS, la BER es típicamente la misma. A 120 Kmph y 350 Kmph, la transmisión en el primer intervalo se supone que tiene lugar a una diferente BW que la del segundo intervalo (transmisión saltada de frecuencia por intervalo). Ya que únicamente está disponible 1 RS por intervalo para estimación de canal, la BER es la misma a símbolos simétricos (equidistantes) a la RS. A bajas velocidades, tales como 3 Kmph, este también es el caso debido a que el canal no cambia durante la duración de la subtrama. Existe alguna pequeña variabilidad para velocidades de UE medias, tal como 30 Kmph, pero, por simplicidad, se muestra únicamente la BER media de símbolos equidistantes a la RS.

10 Incluso bajo los supuestos óptimos previos para la degradación de BER no codificada (en bruto) debido a la estimación de canal degradada en símbolos más lejos de la RS, a 350 Kmph la BER se satura en el $1^{er}/7^o$ y $2^o/6^o$ símbolos. Sin embargo, el impacto en la BER del $3^{er}/5^o$ símbolos está bastante contenido y se evita la saturación (la diferencia relativa a la BER a 3 Kmph es debida también parcialmente al hecho de que la última usa ambas RS en la subtrama para estimación de canal que, por lo tanto, opera de manera eficaz con el doble de SINR). La BER a 120 Kmph se degrada también a aproximadamente 3 dB para el $1^{er}/7^o$ símbolos y a aproximadamente 1,5 dB para el $2^o/6^o$ símbolos con relación a uno del $3^{er}/5^o$ símbolos a aproximadamente el punto del 1 %. Evidentemente, debido al aplanamiento de las curvas de BER para el $1^{er}/7^o$ y $2^o/6^o$ símbolos, la degradación será mucho mayor para puntos de operación BER por debajo del punto del 1 % ya que es típicamente necesaria para la recepción de NAK.

15 Basándose en los resultados en la Figura 5, se hace evidente que la transmisión de control debería colocarse con prioridad inmediatamente cerca de la RS.

20 La **Figura 6** ilustra una colocación de este tipo cuando un UE transmite tanto de bits de ACK/NAK **610** como bits de CQI **620** durante una subtrama. Estos bits de control se colocan en símbolos cercanos a la RS **630** mientras que los bits de datos **640** se incluyen en símbolos transmitidos durante toda la sub-trama (con la excepción evidente de los símbolos que llevan la transmisión de RS). Debido al requisito para mejor fiabilidad de recepción, los bits de ACK/NAK se colocan más cerca de la RS que los bits de CQI.

25 La **Figura 7** ilustra el caso en el que el UE transmite únicamente bits de ACK/NAK **710** junto con bits de datos **720** durante una subtrama. Los bits de ACK/NAK se colocan en los dos símbolos cerca de la RS **730** en cada uno de los dos intervalos de subtrama mientras los bits de datos están incluidos en símbolos transmitidos durante toda la subtrama.

30 La **Figura 8** ilustra el caso en el que el UE transmite únicamente bits de CQI **810** junto con bits de datos **820** durante una subtrama. Los bits de CQI se colocan en los dos símbolos cerca de la RS **830** en cada uno de los dos intervalos de subtrama mientras los bits de datos están incluidos en símbolos transmitidos durante toda la subtrama.

35 Para minimizar las pérdidas de estimación de canal, los bits de ACK/NAK deberían colocarse con prioridad en el símbolo después del primer símbolo que lleva la RS. Esto no impacta la latencia de demodulación ya que una estimación de canal está disponible únicamente después de este primer símbolo de RS. Para tratar problemas de baja SINR o de cobertura, los bits de ACK/NAK pueden colocarse también en el símbolo antes de la segunda RS. Para velocidades de UE medias, esta segunda colocación de bits de ACK/NAK se beneficia de la estimación de canal mejorada y diversidad de tiempo mientras que para velocidades de UE altas, se beneficia de diversidad de frecuencia y de tiempo. Esto se ilustra en la **Figura 9** donde los bits de ACK/NAK **910** se colocan en únicamente un símbolo cerca de la RS **920** en cada intervalo, estos dos símbolos (uno en cada intervalo) están localizados entre las dos RS, mientras que los bits de datos **930** se transmiten a través de toda la subtrama (con la excepción evidente de los símbolos que llevan la RS).

5 El aprovisionamiento para la transmisión de bits de ACK/NAK en las subportadoras a través de 2 símbolos es típicamente adecuado para conseguir la BER deseada para la recepción de ACK. Sin embargo, puesto que la recepción de NAK tiene típicamente una BER objetivo inferior, es apropiado tener la transmisión de ACK/NAK a través del número de subportadoras en 1 símbolo en cada intervalo. Si son necesarias transmisiones de ACK/NAK adicionales, debido a problemas de baja SINR o cobertura, los otros símbolos cerca de la RS en los 2 intervalos pueden usarse también como se ilustra en la **Figura 6** y la **Figura 7**.

10 Dependiendo del número de bits de información llevados en el informe de CQI, que son típicamente varias veces más que los bits de información de ACK/NAK, los símbolos inmediatamente adyacentes a la RS pueden no ser suficientes para la transmisión de CQI, especialmente para los UE de cobertura o SINR limitada que típicamente se les asigna también asignaciones de pequeño ancho de banda (un pequeño número de RB). En tales casos, la transmisión de CQI puede ampliarse también a uno o más símbolos que están adyacentes a los símbolos que también llevan información de CQI que también están adyacentes a los símbolos que llevan la RS. Una realización ejemplar de este principio se ilustra en la **Figura 10**. Como se ha analizado anteriormente, la localización de los bits de ACK/NAK **1010** permanece en símbolos cerca de la RS 1030 pero los bits de CQI 1020 están localizados en
15 símbolos a lo largo de la subtrama de transmisión, de manera similar a los símbolos de datos 1040.

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

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de recepción de una señal en un intervalo de una subtrama en el enlace ascendente de un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple por división en frecuencia de portadora única, SC-FDMA, incluyendo la señal información de datos (720) e información de acuse de recibo (710), comprendiendo el aparato:
 - 5 un receptor para recibir una señal de referencia que está mapeada a un símbolo medio en el intervalo; y un desmapeador para desmapear la información de acuse de recibo (710) que está mapeada únicamente en símbolos directamente adyacentes al símbolo medio entre símbolos restantes en el intervalo, no mapeándose la señal de referencia a los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio, y para desmapear la información de datos que está mapeada a los símbolos restantes,
 - 10 en el que algo de la información de datos está mapeada a los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio.
2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que algo de dicha información de datos y la información de acuse de recibo se recibe respectivamente durante diferentes subportadoras para transmisión de los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio.
- 15 3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que tanto algo de dicha información de datos como la información de acuse de recibo está mapeada a los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio.
4. Un aparato de transmisión de una señal en un intervalo de una subtrama en el enlace ascendente de un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple por división en frecuencia de portadora única, SC-FDMA, incluyendo la señal información de datos (720), e información de acuse de recibo (710), comprendiendo el aparato:
 - 20 un mapeador para mapear una señal de referencia (730) a un símbolo medio en el intervalo, mapear la información de datos en símbolos restantes en el intervalo que no se usan para mapear la señal de referencia, y mapear la información de acuse de recibo (710) únicamente a símbolos directamente adyacentes al símbolo medio entre los símbolos restantes en el intervalo, no usándose los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio para mapear señales de referencia; y
 - 25 un transmisor para transmitir la señal que incluye la señal de referencia mapeada, la información de datos mapeada y la información de acuse de recibo mapeada, en el que algo de la información de datos está localizada en los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio.
5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el intervalo consiste en 7 símbolos, la señal de referencia está mapeada a un 4º símbolo entre los 7 símbolos y la información de acuse de recibo está mapeada únicamente al 3º y 5º símbolo entre los 7 símbolos.
- 30 6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que algo de dicha información de datos y la información de acuse de recibo se transmite respectivamente por diferentes subportadoras para la transmisión de los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio.
- 35 7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que tanto algo de dicha información de datos como la información de acuse de recibo está mapeada a los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio.
8. Un procedimiento de transmisión de una señal en un intervalo de una subtrama en el enlace ascendente de un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple por división en frecuencia de portadora única, SC-FDMA, incluyendo la señal información de datos (720) e información de acuse de recibo (710), comprendiendo el procedimiento:
 - 40 mapear una señal de referencia a un símbolo medio en el intervalo;
 - mapear la información de datos a símbolos restantes en el intervalo no usados para mapear la señal de referencia;
 - mapear la información de acuse de recibo únicamente a símbolos directamente adyacentes al símbolo medio entre los símbolos restantes, no usándose los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio para mapear señales de referencia; y
 - 45 transmitir la señal que incluye la información de datos mapeada, la información de acuse de recibo mapeada y la señal de referencia mapeada,
 - en el que algo de la información de datos está localizada en los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio.
 - 50
9. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el intervalo consiste en 7 símbolos, la al menos una señal de referencia está mapeada a un 4º símbolo entre los 7 símbolos y la información de acuse de recibo está mapeada únicamente al 3º y 5º símbolo entre los 7 símbolos.
- 55 10. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que algo de dicha información de datos y la información de acuse de recibo se transmite respectivamente por diferentes subportadoras para la transmisión de

los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio.

11. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que tanto algo de dicha información de datos como la información de acuse de recibo está mapeada a los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio.

5 12. Un procedimiento de recepción de una señal en un intervalo de una subtrama en el enlace ascendente de un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple por división en frecuencia de portadora única, SC-FDMA, incluyendo la señal información de datos (720) e información de acuse de recibo (710), comprendiendo el procedimiento:

recibir la señal que incluye la información de datos, la información de acuse de recibo y una señal de referencia, mapeándose la señal de referencia a un símbolo medio en el intervalo;

10 desmapear la información de acuse de recibo que está mapeada únicamente en símbolos directamente adyacentes al símbolo medio entre símbolos restantes en el intervalo, no mapeándose la señal de referencia a los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio; y

15 desmapear la información de datos mapeada a los símbolos restantes, en el que algo de la información de datos está mapeada a los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio.

13. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que algo de dicha información de datos y la información de acuse de recibo se recibe respectivamente por diferentes subportadoras para la transmisión de los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio.

20 14. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que tanto algo de dicha información de datos como la información de acuse de recibo está mapeada a los símbolos directamente adyacentes al símbolo medio.

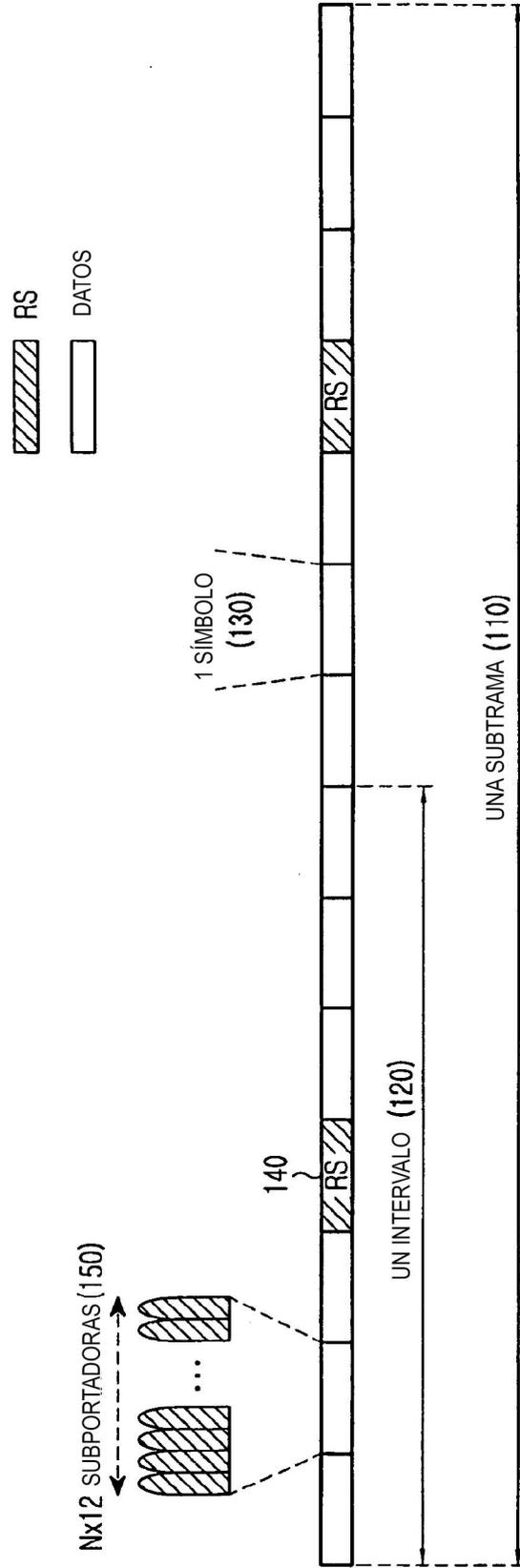


FIG.1

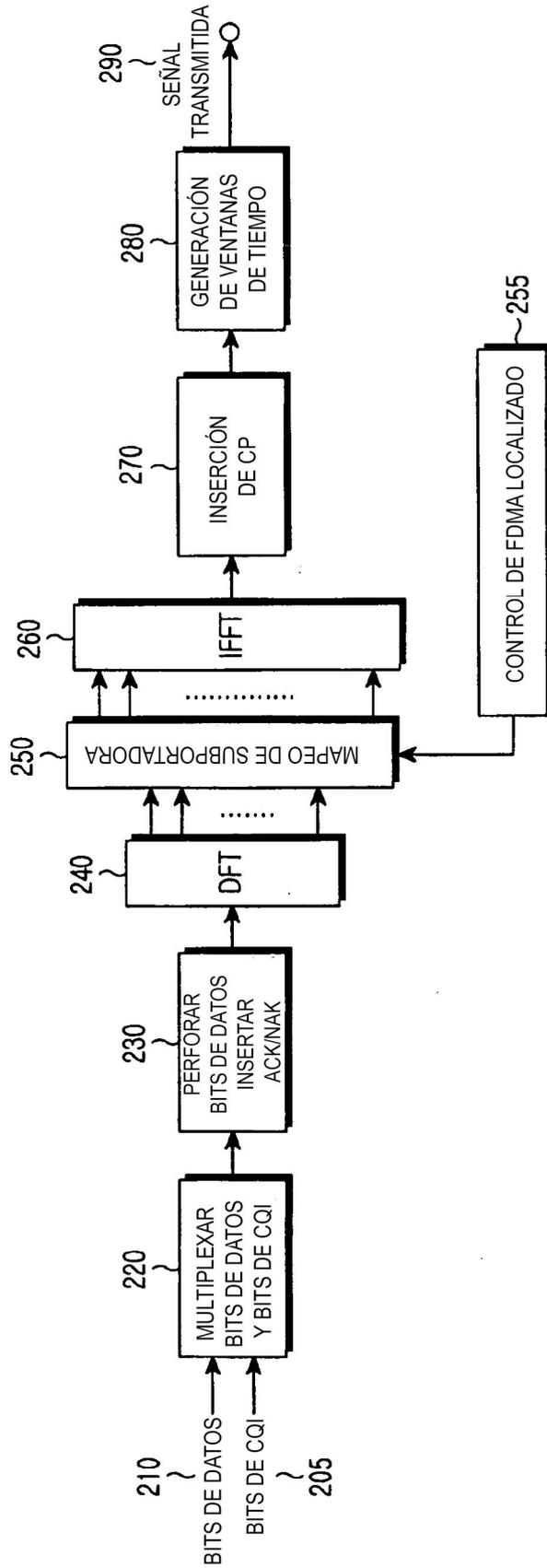


FIG.2

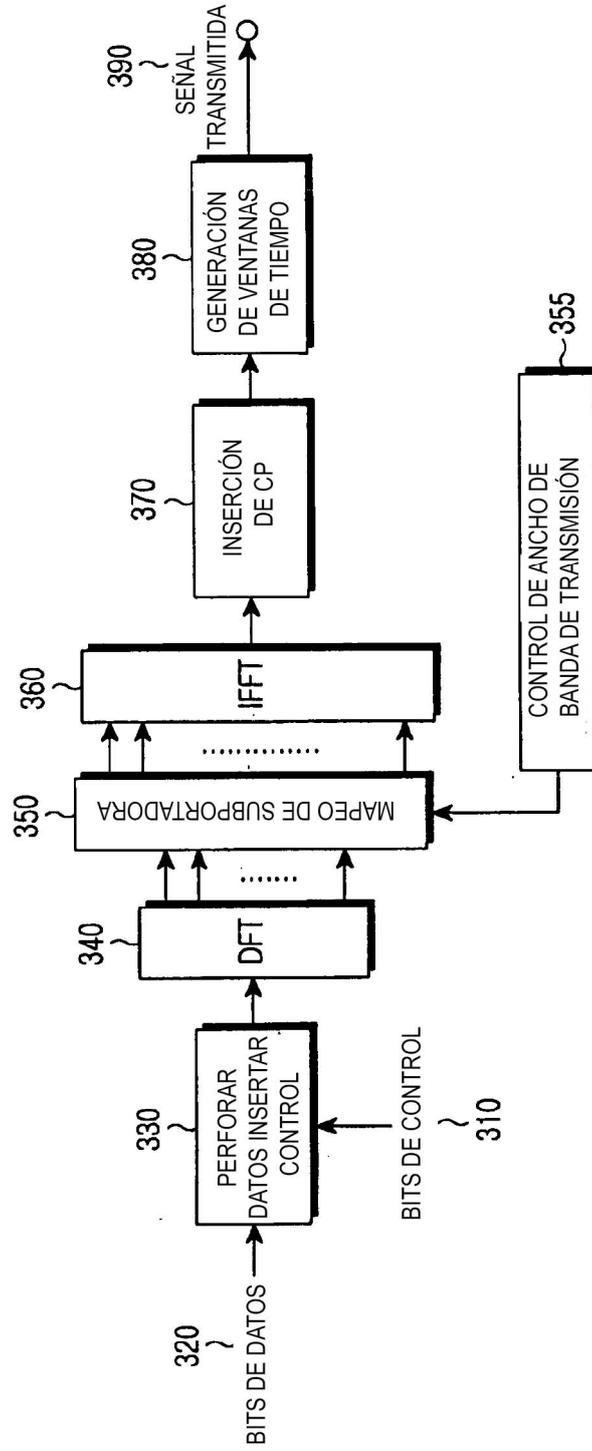


FIG.3

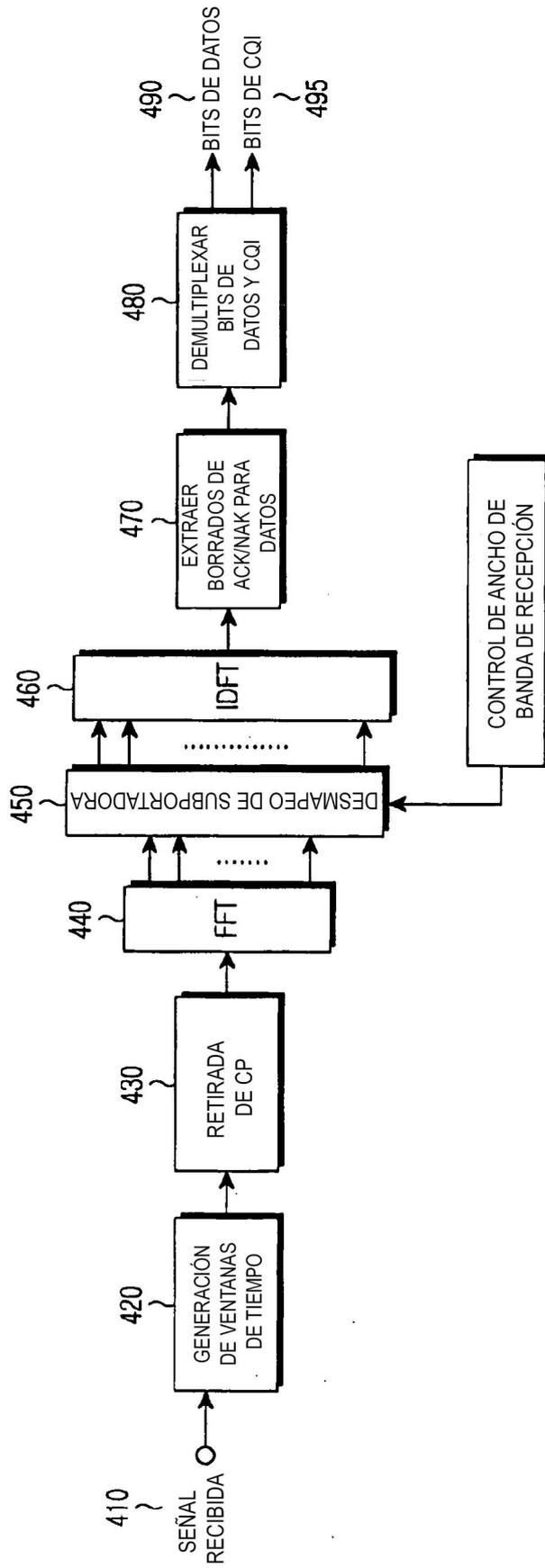


FIG. 4

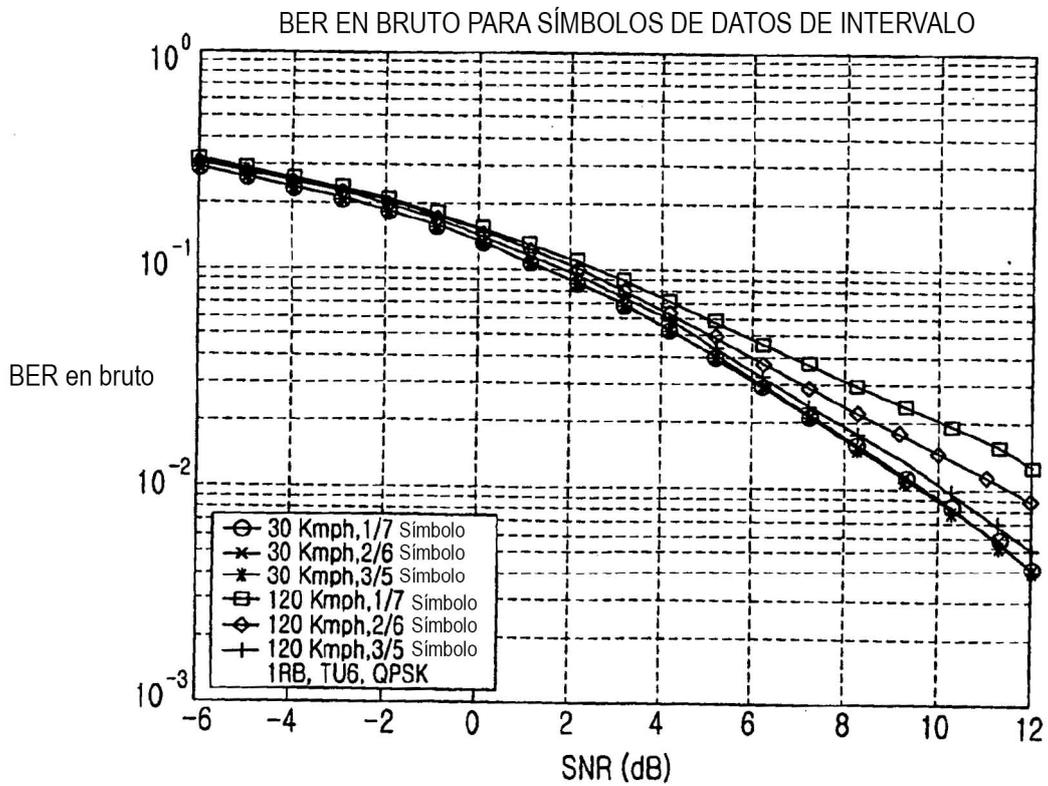
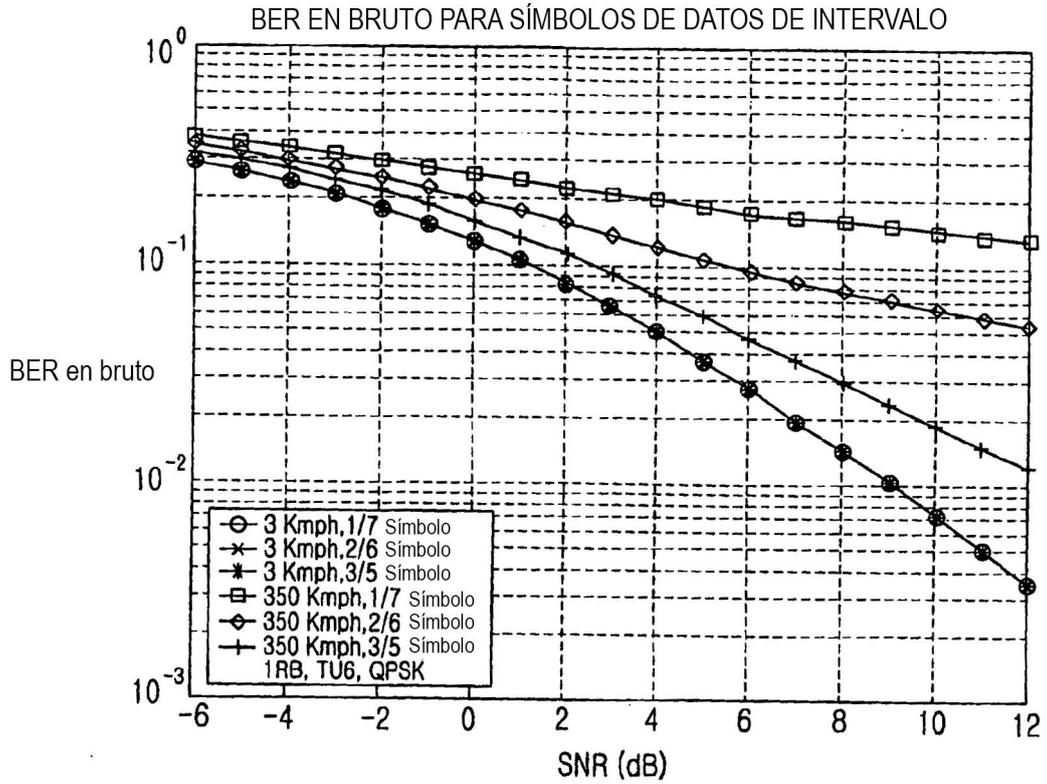


FIG.5

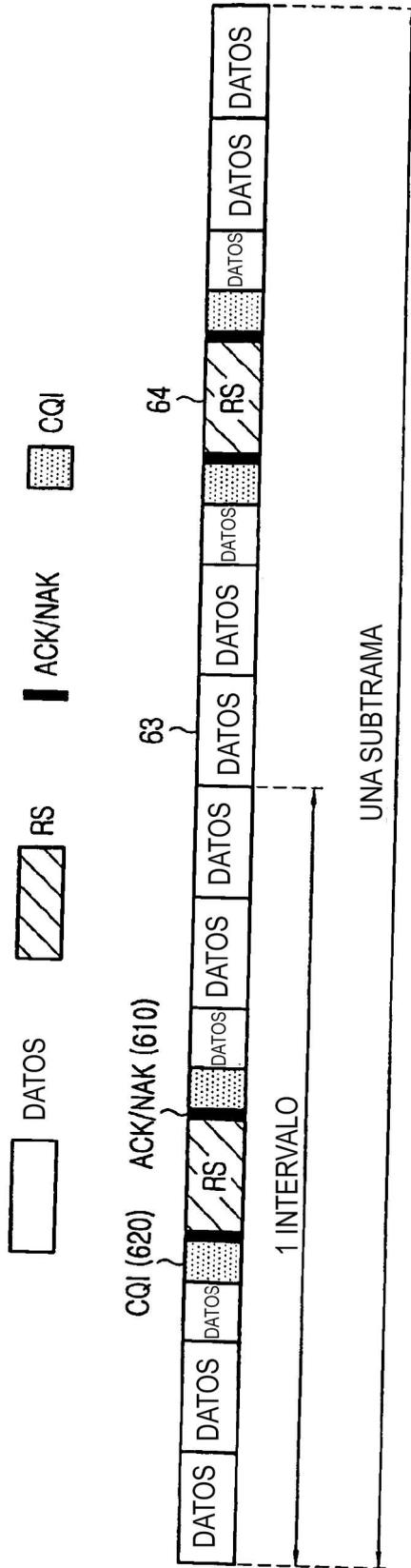


FIG.6

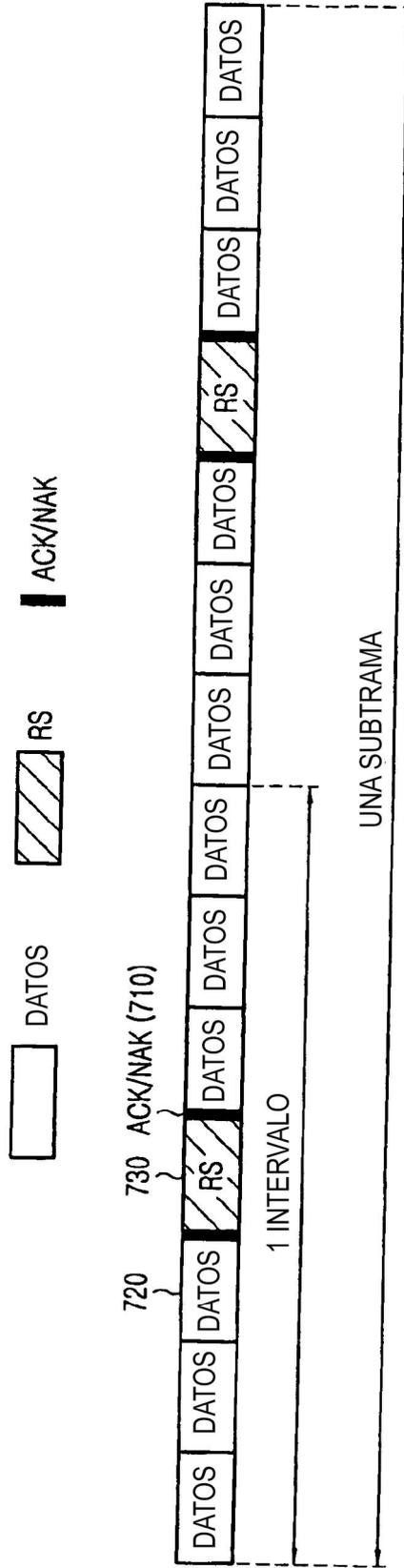


FIG.7

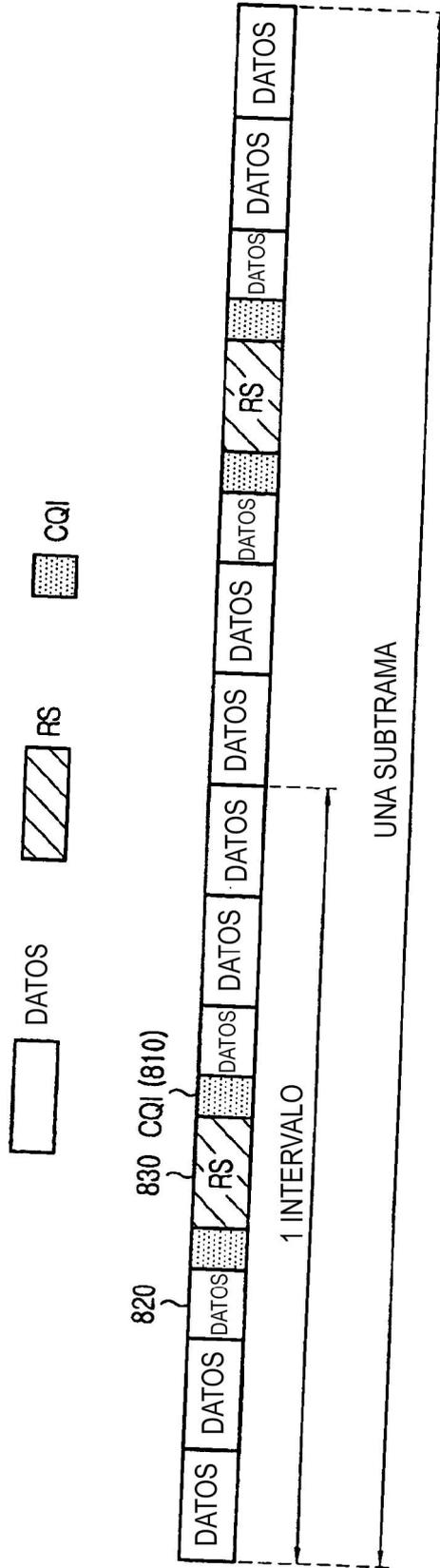


FIG.8

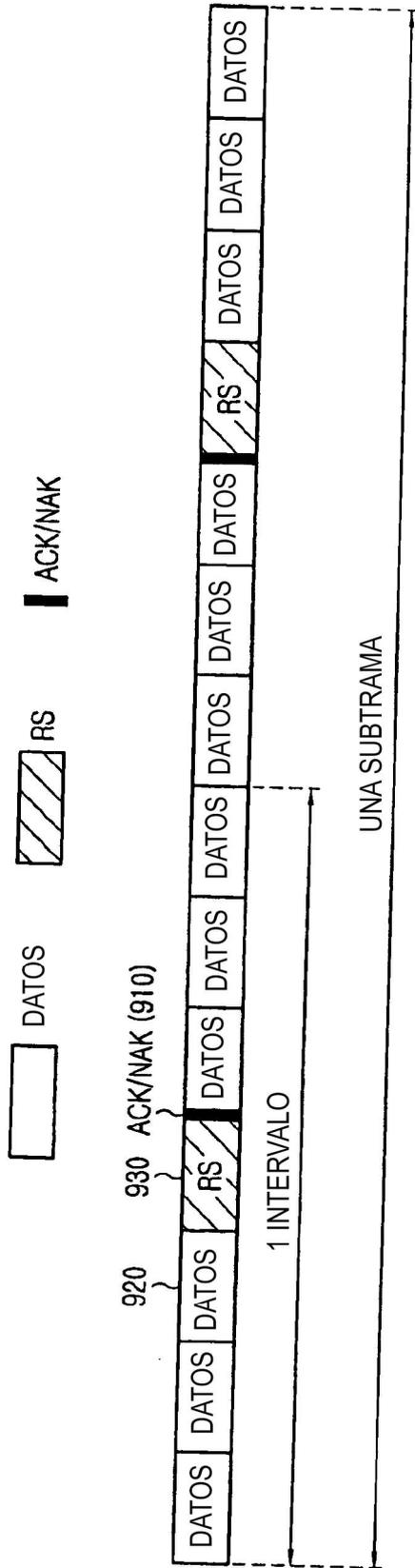


FIG.9

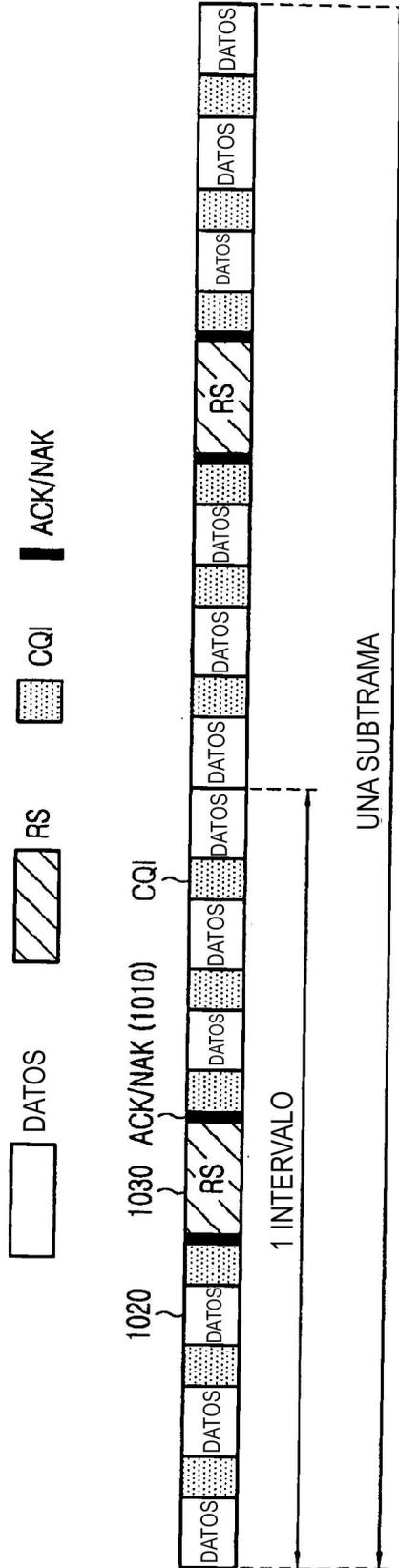


FIG.10