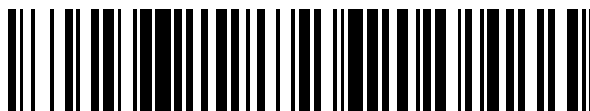


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 582**

51 Int. Cl.:

H04L 1/18

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.02.2016** **PCT/SE2016/050150**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.06.2017** **WO17095289**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2016** **E 16709837 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019** **EP 3378179**

54 Título: **Mecanismo predictivo de retroalimentación de acuse de recibo**

30 Prioridad:

01.12.2015 US 201562261544 P

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

11.02.2020

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

WERNER, KARL;
PARKVALL, STEFAN;
BALDEMAIR, ROBERT;
DAHLMAN, ERIK y
BJÖRKEGREN, HÅKAN

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 741 582 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

Mecanismo predictivo de retroalimentación de acuse de recibo

5 Campo técnico

En el presente documento se describen técnicas para facilitar la comunicación digital a través de una conexión propensa a errores entre dos nodos de comunicación. En particular, se propone un mecanismo predictivo de retroalimentación de acuse de recibo para tal conexión.

10 Antecedentes

Las redes inalámbricas estandarizadas por la tercera generación de evolución a largo plazo (3GPP LTE) implantan la ARQ (solicitud de repetición automática) o la ARQ híbrida (HARQ), de entre las cuales la HARQ también incluye la corrección de errores hacia adelante. La HARQ se utiliza en HSDPA y en HSUPA, que proporcionan transmisión de datos de alta velocidad para redes de teléfonos móviles tales como el UMTS, y en la norma IEEE 802.16-2005 para acceso inalámbrico de banda ancha móvil, también conocido como "WiMAX de móvil". También se utiliza en redes inalámbricas de EVDO y de LTE.

En sistemas de este tipo, se requiere que los terminales envíen retroalimentación de acuse de recibo a la red indicativa del resultado de la descodificación de un bloque de transporte o de una palabra de código (retroalimentación con ACK/NACK o con ACK/NAK). El ACK/NACK relacionado con las transmisiones de enlace descendente se transmite en el enlace ascendente. La retroalimentación se utiliza para activar retransmisiones rápidas. En el dúplex de división de frecuencia (FDD) de LTE, como se muestra esquemáticamente en la figura 6, se requiere un terminal para transmitir el acuse de recibo del ARQ o del ARQ híbrido relacionado con la subtrama n de enlace descendente en la subtrama $n + 4$ de enlace ascendente. En la figura 6, T_p denota un retardo de propagación desde el nodo de acceso al terminal; T_{TA} denota un desplazamiento que separa el inicio de una subtrama de enlace ascendente en relación con el inicio de una subtrama de enlace descendente correspondiente en el terminal; T_{UE} es el tiempo de procesamiento disponible para el terminal; y T_{eNB} es el tiempo de procesamiento disponible para el nodo de acceso. Esto permite que el terminal descodifique entre 2 y 3 ms el bloque de transporte y preparar la transmisión de enlace ascendente que lleva el ACK/NACK. La hora exacta depende de los ajustes avanzados de disposición temporal.

La figura 7 ilustra una relación de disposición temporal entre los datos de enlace descendente y el acuse de recibo de la ARQ híbrida de enlace ascendente para dúplex de división de tiempo (TDD). De hecho, el acuse de recibo transmitido en la subtrama 7 de enlace ascendente está empaquetado, y se valorará positivamente sólo si ambas transmisiones de enlace descendente en la subtrama 0 y 3 se descodifican correctamente.

En LTE, como se siluetea en la figura 8, un bloque de transporte comprende uno o más bloques de códigos. Cada bloque de códigos recibido necesita ser descodificado correctamente, es decir, descodificarse sin errores detectados, con el fin de que el bloque de transporte se considere descodificado correctamente. Se inserta un valor de verificación de redundancia cíclica (CRC) en cada bloque de códigos. La CRC hace posible que el terminal determine si se ha descodificado correctamente o no.

Se espera que los futuros bloques de transporte de acceso por radio ("5G") se estructuren de manera similar. Sin embargo, para algunos servicios previstos para 5G, el retardo asociado a la señalización de ACK/NACK tal como se practica actualmente en la LTE no será aceptable. Más precisamente, se espera que el tiempo permitido para que el terminal descodifique un bloque de transporte y transmita retroalimentación con ACK/NACK pueda reducirse significativamente en comparación con la LTE, que baje posiblemente hasta decenas de microsegundos. En algunos usos propuestos de redes 5G, es posible que se requiera que los terminales envíen retroalimentación con ACK/NACK a la red antes de que pueda tener lugar cualquier otra señalización adicional de enlace descendente o de enlace ascendente. Esto significa que la estructura de trama debe dejar algo de tiempo de guardia para permitir la descodificación del bloque de transporte. En una implantación típica, el tiempo requerido para descodificar un bloque de códigos una vez que se han recibido todos sus símbolos de OFDM corresponde aproximadamente a la duración de un símbolo de OFDM. Los tiempos de guardia de este orden de magnitud serían un desperdicio de recursos del sistema. Por lo tanto, es deseable apresurar la transmisión del terminal de retroalimentación con ACK/NACK.

El documento US 2008176591 A1 describe un aparato de comunicación móvil en el lado receptor que recibe y almacena datos que se transmiten durante el período de una pluralidad de unidades de tiempo de procesamiento, desde un aparato de comunicación móvil en el lado transmisor. El aparato de comunicación móvil incluye una función de control de retransmisión que realiza un procesamiento de composición de los datos almacenados con los datos retransmitidos durante el período de una pluralidad de unidades de tiempo de procesamiento. El aparato de comunicación móvil ejecuta un procesamiento de decisión de recepción para decidir la presencia o la no presencia de error de recepción en los datos sobre los cuales se realiza el procesamiento de composición en cada unidad de tiempo de procesamiento y notifica al aparato del lado transmisor el resultado de la decisión de recepción.

correspondiente, sobre la base de cada unidad de tiempo de procesamiento.

El documento EP 1873952 A1 describe un sistema de comunicación de datos de alta velocidad para mejorar la productividad mientras se transmiten paquetes de datos dentro de múltiples ranuras temporales. Con el fin de evitar retransmisiones innecesarias de un paquete, una estación de abonado envía una señal de parar la repetición a una estación base, haciendo que la estación base cese de realizar transmisiones adicionales del paquete. Con el fin de habilitar la descodificación exitosa de un paquete, la estación de abonado envía una señal de continuar con la repetición a una estación base, haciendo que la estación base envíe retransmisiones del paquete durante ranuras temporales más allá de un número por defecto predeterminado de ventanas temporales.

El documento US 2006187870 A1 proporciona un método para facilitar el uso eficiente de la capacidad de radio en un sistema de comunicación por radio que incluye una estación de comunicación operable para recibir a través de una pluralidad de subcanales del sistema de comunicación por radio. A este respecto, los datos en paquetes formateados tienen una secuencia general, y se dividen en una pluralidad de porciones que puede recibir la estación de comunicación a través de los subcanales respectivos, donde cada porción tiene una secuencia de enlace respectiva. El método incluye la detección de datos faltantes de los paquetes formateados en la estación de comunicación en base a la secuencia general, o, al menos, en base a una de las secuencias de enlace. Después, cuando los datos faltantes de los paquetes formateados se detectan en base a la secuencia general, se cronometra un período de tiempo determinado por un mensaje de período de retardo, y cuando la estación de comunicación falla en recibir los datos faltantes de los paquetes formateados antes de que se agoten los pasos de disposición temporal, se solicita la retransmisión de los datos faltantes de los paquetes formateados.

El documento US 2008259964 A1 describe una configuración que realiza un control de retransmisión de acuerdo con un estado de procesamiento en el que se realiza la reproducción de los datos recibidos o con un estado de procesamiento en el que se realiza la reproducción y grabación de los datos recibidos. Cuando un aparato de procesamiento de comunicación recibe datos de transmisión continua, el aparato de procesamiento de comunicación se encuentra en uno de los dos estados siguientes: un estado en el que se realiza "sólo reproducción", y un estado en el que se realizan "reproducción y grabación". El aparato de procesamiento de comunicación determina en qué estado se encuentra y cambia la forma en que se envía una solicitud de retransmisión para un paquete perdido sobre la base del estado determinado.

El documento US 2005066255 A1 describe un método en un sistema de comunicaciones inalámbricas para detectar un informe de estado perdido. De acuerdo con el método, se determina que se requiere un segundo informe de estado cuando una PDU de AMD con un acuse de recibo no negativo en el primer informe de estado, una PDU de AMD con un bitio de sondeo establecido, o la última PDU de AMD con acuse de recibo negativo se recibe después de la expiración de un temporizador de ida y vuelta y antes de que se reciban todas las PDU de AMD con acuse de recibo negativo en el primer informe de estado. El método proporciona una manera determinista de detectar un informe de estado perdido.

El documento US 20090274139 A1 describe técnicas para enviar información de acuse de recibo para la transmisión de datos. En un diseño, un receptor recibe una transmisión de datos, procesa la transmisión recibida para descodificar los datos y genera información de ACK para los datos antes de descodificar todos los datos. El receptor puede generar la información de ACK en base a los resultados de descodificación para una porción de los datos y/o a la calidad de la señal recibida de la transmisión recibida. El receptor puede enviar la información de ACK en un tiempo de transmisión de ACK designado antes de completar la descodificación de todos los datos. El receptor puede recibir una transmisión de paquetes múltiples (K) y puede generar información de ACK para estos paquetes K después de descodificar paquetes L, donde $1 \leq L < K$. El receptor puede configurar la información de ACK en un ACK si todos los paquetes L se descodifican correctamente o en un NAK si alguno de los paquetes L se descodifica con error.

Sumario

En vista del estado de la técnica silueteado en la sección anterior, la invención propone dispositivos, métodos, programas informáticos y productos de programas informáticos, tal como se define en las reivindicaciones independientes. A lo largo de la descripción, cualquier referencia a realizaciones que no estén dentro del alcance de esas reivindicaciones debe considerarse como referencia a ejemplos relacionados útiles para comprender la invención.

En el lado transmisor, se considerará un primer nodo de comunicación que está adaptado para establecer una conexión con acuse de recibo con un segundo nodo de comunicación y que comprende al menos un receptor, uno o más procesadores y un transmisor. La conexión es una conexión inalámbrica o por cable a través de un medio que se sabe o se espera que genere cierta cantidad de errores de transmisión u otros errores durante el funcionamiento normal. El fin de un mecanismo de acuse de recibo es monitorizar y corregir tales errores.

El receptor está configurado para recibir una corriente de bloques de códigos desde el segundo nodo de comunicación, en el que cada bloque de códigos está asociado a un valor de verificación que permite la detección

de errores y pertenece a un grupo predefinido de bloques de códigos. En la LTE del 3GPP, un bloque de códigos es el nivel más bajo en el que se realiza la inserción de la CRC. En esta divulgación que incluye las reivindicaciones adjuntas, "bloque de códigos" denota, para cualquier sistema de comunicación, la unidad más pequeña que el sistema asocia a un valor de verificación independiente. Se observa que el término "bloque de códigos" se usa en un sentido de futuro, para incluir también futuros equivalentes, en particular, la unidad más pequeña asociada a un valor de verificación independiente en un sistema de comunicación inalámbrico 5G, ya sea que tal unidad esté o no referida específicamente como un "bloque de códigos". Como indica el término "corriente", la calidad de secuencia de los bloques de códigos no es una característica esencial de esta invención; de hecho, la información de dos o más bloques de códigos se puede mapear para un símbolo de modulación en la LTE del 3GPP, por lo que posiblemente sus tiempos de transmisión respectivos son indistinguibles, y no se espera que este hecho cambie en las futuras tecnologías de acceso por radio.

Los uno o más procesadores están configurados para detectar errores en bloques de códigos recibidos usando valores de verificación asociados a bloques de códigos respectivos. Además, el uno o más procesadores están configurados para combinar resultados de detección de errores para los bloques de códigos recibidos. Por acuerdo, el primer nodo de comunicación puede configurarse para transmitir un acuse de recibo con valor negativo para un grupo predeterminado tan pronto se detecte un error para cualquiera de los bloques de códigos del grupo predefinido. Si el uno o más procesadores producen resultados e1, e2, e3, e4, e5 de detección de errores, a partir de los cuales un valor positivo significa la presencia de un error, entonces, los procesadores pueden proceder a combinarlos como e1 OR e2 OR e3 OR e4 OR e5. Esta expresión es positiva tan pronto como uno de los resultados de detección de errores sea positivo. Para simplificar esta descripción, "combinar" incluirá también la combinación trivial de un único resultado de detección de errores, como puede ser el caso de un grupo predefinido en el que se debe considerar sólo un bloque de códigos. El resultado de detección de errores para el grupo coincidirá, entonces, con el resultado de la detección de errores para el bloque de códigos único.

El transmisor está configurado para transmitir al segundo nodo de comunicación, en base a una combinación de resultados de detección de errores, un acuse de recibo con respecto a cada uno de dichos grupos predefinidos de bloques de códigos, en donde un valor negativo del acuse de recibo significa que un error fue detectado para al menos uno de los bloques de códigos del grupo predefinido.

En una realización, el acuse de recibo para un grupo predefinido de dos o más bloques de códigos se basa en una combinación de resultados de detección de errores para un subconjunto de los bloques de códigos del grupo predefinido. Un "subconjunto" puede ser un subconjunto apropiado en el sentido de que al menos un bloque de códigos del grupo predefinido se excluye de la combinación. Como se indicó anteriormente, para un grupo de dos bloques de códigos, el primer nodo de comunicación basará el acuse de recibo en un único resultado de detección de error.

Debido a que un primer nodo de comunicación de acuerdo con esta realización no necesita esperar hasta que todos los bloques de códigos en un grupo predefinido hayan sido procesados (en particular, hasta que todos los bloques de códigos hayan sido sometidos a detección de errores), puede ser capaz de transmitir un acuse de recibo con respecto a este grupo predefinido en menos tiempo que un sistema de referencia que basa su acuse de recibo en los resultados de detección de errores para todos los bloques de códigos del grupo predefinido que necesitaría. En particular, el transmisor del primer nodo de comunicación puede configurarse para iniciar la transmisión del acuse de recibo antes de que el procesador o los procesadores hayan completado la detección de errores en todos los bloques de códigos del grupo de bloques de códigos predefinido en cuestión. Como se usa en el presente documento, "iniciar transmisión" incluye pasos preparatorios, como, por ejemplo, construir un mensaje de retroalimentación que incluya el valor del acuse de recibo. El acto de generar la onda electromagnética que lleve tal mensaje de retroalimentación puede comenzar en un punto posterior en el tiempo, incluso —en el caso de retardos significativos en el procesamiento— después de que el receptor reciba el último bloque de códigos. Esto es sin embargo una mejora sobre el sistema de referencia.

En otro aspecto, se proporciona un método que se va a ejecutar en un primer nodo de comunicación para comunicarse con un segundo nodo de comunicación a través de una conexión con acuse de recibo. El método incluye recibir una corriente de bloques de códigos desde el segundo nodo de comunicación, en donde cada bloque de códigos está asociado a un valor de verificación que permite la detección de errores y pertenece a un grupo predefinido de bloques de códigos; detectar errores en los bloques de códigos recibidos utilizando los respectivos valores de verificación asociados; y transmitir al segundo nodo de comunicación un acuse de recibo con respecto a cada uno de dichos grupos predefinidos de bloques de códigos, en donde un valor negativo del acuse de recibo significa que se detectó un error para al menos uno de los bloques de códigos del grupo predefinido.

En una realización, el acuse de recibo para un grupo predefinido de dos o más bloques de códigos se basa en una combinación de resultados de detección de errores para un subconjunto de los bloques de códigos del grupo predefinido.

Volviendo al lado transmisor, un segundo nodo de comunicación adaptado para establecer una conexión con acuse de recibo con un primer nodo de comunicación comprende al menos un búfer, un transmisor y un receptor. El búfer

está configurado para almacenar temporalmente bloques de códigos que se van a transmitir al primer nodo de comunicación. El transmisor está configurado para transmitir una corriente de los bloques de códigos al primer nodo de comunicación, en donde los bloques de códigos se agrupan en grupos predefinidos. Cada grupo predefinido está asociado a un valor de verificación; el transmisor puede insertar el valor de verificación o éste puede estar presente tras haber completado los pasos de procesamiento de aguas arriba. El receptor está configurado para recibir desde el primer nodo de comunicación un acuse de recibo con respecto a uno de los grupos predefinidos de bloques de códigos transmitidos. El receptor está además configurado para hacer que el transmisor retransmita dicho grupo predefinido de bloques de códigos transmitidos en respuesta a un acuse de recibo de valor negativo recibido.

En una realización, el transmisor está configurado además para transmitir una indicación concerniente a la disposición temporal o al retardo permitido de la retroalimentación del acuse de recibo.

Por medio de esta indicación, el segundo nodo de comunicación es capaz de controlar al primer nodo de comunicación (en el lado receptor) en la medida en que la retroalimentación de acuse de recibo es crítica en el tiempo. Esto permite que el segundo nodo de comunicación se beneficie de una retroalimentación de acuse de recibo rápida (predictiva) en los momentos en que esto esté justificado y de una retroalimentación de acuse de recibo fiable (no predictiva) en otros momentos.

En otro aspecto, se proporciona un método implantado en un primer nodo de comunicación para comunicarse con un segundo nodo de comunicación a través de una conexión con acuse de recibo, que comprende: recibir una corriente de bloques de códigos desde el segundo nodo de comunicación, en donde cada bloque de códigos está asociado a un valor de verificación que permite la detección de errores y pertenece a un grupo predefinido de bloques de códigos; detectar errores en los bloques de códigos recibidos utilizando los respectivos valores de verificación asociados; y transmitir al segundo nodo de comunicación un acuse de recibo con respecto a cada uno de dichos grupos predefinidos de bloques de códigos, en donde un valor negativo del acuse de recibo significa que se ha detectado un error para al menos uno de los bloques de códigos del grupo predefinido.

En una realización, el acuse de recibo para un grupo predefinido de dos o más bloques de códigos se basa en una combinación de resultados de detección de errores para un subconjunto de los bloques de códigos del grupo predefinido.

En otros aspectos, también se proporciona un programa informático y un medio legible por ordenador que lleva este programa informático.

Se observa que la invención se refiere a todas las combinaciones de características, incluso si se citan en reivindicaciones mutuamente diferentes.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones se describirán ahora con mayor detalle y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 ilustra un nodo de comunicación primero y segundo que se comunican a través de una conexión con acuse de recibo por cable o inalámbrica;

la figura 2 ilustra un caso de uso en el que se implanta una realización en una conexión con acuse de recibo entre un dispositivo de comunicación inalámbrico (por ejemplo, una terminal, una estación móvil, un equipo de usuario) y un nodo de acceso inalámbrico (por ejemplo, una estación base, un eNodoB);

la figura 3 ilustra un caso de uso en el que se implanta una realización en un enlace de retorno entre dos nodos de acceso inalámbrico (por ejemplo, estaciones base, eNodoB);

las figuras 4 y 5 son diagramas de flujo de un método en un primer nodo de comunicación (receptor) y en un segundo nodo de comunicación (transmisor), respectivamente;

las figuras 6 y 7 son diagramas esquemáticos de disposición temporal que ilustran una ARQ híbrida en FDD y TDD del sistema de LTE del 3GPP, respectivamente;

la figura 8 es un diagrama de bloques de vista general que ilustra el procesamiento del canal de transporte en el sistema de LTE del 3GPP; y

la figura 9 ilustra tres opciones para la disposición temporal de retroalimentación del acuse de recibo con respecto a un grupo de bloques de códigos, de acuerdo con las realizaciones descritas en el presente documento, en donde los períodos de tiempo de procesamiento de transmisión han sido indicados por una línea de puntos, y los períodos de tiempo de procesamiento en el receptor han sido indicados por una línea discontinua.

Descripción detallada de realizaciones

En el contexto de la presente divulgación, el término "red de comunicación" o "red" corta puede indicar en particular una colección de nodos o entidades, enlaces de transporte relacionados y la gestión asociada necesaria para ejecutar un servicio, como, por ejemplo, un servicio de telefonía o un servicio de transporte de paquetes. Dependiendo del servicio, se pueden utilizar diferentes tipos de nodos o entidades para realizar el servicio. Un operador de red posee la red de comunicación y ofrece los servicios implantados a sus abonados. Los ejemplos típicos de una red de comunicación son la red de acceso por radio (tal como WLAN/Wi-Fi y otras redes celulares tales como 2G/GSM, 3G/WCDMA, CDMA, LTE), la red móvil de retorno o la red central como IMS, CS, PS.

En el contexto de la presente divulgación, cada uno de los términos "equipo de usuario" (UE) y "dispositivo de comunicación inalámbrico" se refiere a un dispositivo, como, por ejemplo, al utilizado por una persona para su comunicación personal. Puede ser un dispositivo de tipo telefónico, como, por ejemplo, un teléfono o un teléfono SIP, un teléfono celular, una estación móvil, un teléfono inalámbrico o un tipo de dispositivo de asistente digital personal como un ordenador portátil, un ordenador portátil pequeño, o una tableta equipada con una conexión de datos inalámbrica. El UE también puede asociarse con personas no humanas como animales, plantas o incluso máquinas, y luego puede configurarse para la comunicación tipo máquina (MTC), que también se conoce como comunicación máquina a máquina (M2M), comunicación dispositivo a dispositivo (D2D) o enlace lateral. Un UE puede estar equipado con un SIM (módulo de identidad de abonado) comprendiendo identidades únicas tales como una IMSI (identidad de abonado móvil internacional) y/o una TMSI (identidad de abonado móvil temporal) asociada a un abonado que usa el UE. La presencia de un SIM dentro de un UE personaliza al UE de forma única con una suscripción del abonado.

En el contexto de la presente divulgación, cada uno de los términos "estación base" y "nodo de acceso inalámbrico" se refiere a un nodo de una red de acceso por radio que se utiliza como interfaz entre los enlaces de transporte terrestre y los enlaces de transporte basado en radio, en donde el enlace de transporte basado en radio conecta directamente a través de interfaz con un UE. Por ejemplo, en una red de acceso de GSM/2G una estación base se refiere a un BTS, en una red de acceso de WCDMA/3G una estación base se refiere a un NodoB, y en una red de acceso de LTE una estación base se refiere a un eNodoB. En la arquitectura de WLAN/Wi-Fi, una estación base se refiere a un punto de acceso (AP).

La invención se puede poner en uso en cualquier nodo en una red que implante la funcionalidad del receptor. Una implantación típica es en un UE y se relaciona con el procesamiento de un bloque de transporte de enlace descendente con retroalimentación con ACK/NACK transmitida en el enlace ascendente. Otra implantación puede estar en el tráfico de retorno con múltiples saltos entre nodos de red, donde la retroalimentación rápida es esencial.

La figura 1 muestra dos nodos 10, 20 de comunicación operables para ser conectados comunicativamente por una conexión inalámbrica o por cable, como lo indica la línea discontinua. La conexión es una conexión reconocida en el sentido de que algunos errores se monitorizan y el lado transmisor está configurado para retransmitir un grupo predefinido de bloques de códigos en respuesta a una solicitud del lado receptor. La conexión también puede comprender un protocolo de retransmisión, tal como un protocolo de retransmisión de capa superior; un ejemplo, en LTE, es el protocolo de control de enlace de radio (RLC), a través del cual se puede solicitar la retransmisión de las unidades de datos del protocolo de RLC, que suelen ser significativamente más grandes que los bloques de códigos en LTE.

El primer nodo 10 de comunicación comprende un receptor 11 configurado para recibir una corriente de bloques de códigos desde el segundo nodo 20 de comunicación, en el que cada bloque de códigos está asociado a un valor de verificación que permite la detección de errores y pertenece a un grupo predefinido de bloques de códigos. En particular, cada bloque de códigos puede pertenecer exactamente a un grupo predefinido. Si bien la inserción del valor de verificación puede implantarse en unidades más grandes que el grupo predefinido de bloques de códigos que se explica aquí, el primer nodo 10 de comunicación está configurado preferiblemente para procesar una corriente de bloque de códigos que está vacía de valores de verificación asociados a unidades más pequeñas que el grupo predefinido de bloques de códigos o, al menos, configurada para ignorar cualesquiera valores de verificación en ese nivel. El grupo predefinido comprende bloques de códigos codificados por símbolos de modulación; en algunas realizaciones, el primer nodo 10 de comunicación puede configurarse para procesar grupos predefinidos codificados por símbolos de modulación consecutivos, tales como símbolos de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM). Se observa que generalmente no existe una relación numérica estable entre los símbolos de modulación y los bloques de códigos: se puede prever que un bloque de códigos esté codificado por uno o más símbolos de modulación y, a la inversa, un símbolo de modulación puede llevar datos de uno o más bloques de códigos.

El primer nodo 10 de comunicación comprende al menos un procesador 12, tal como un procesador único, un procesador de múltiples núcleos o un grupo de procesadores que cooperan. El al menos un procesador 12 está configurado para, por una parte, detectar errores en los bloques de códigos recibidos utilizando los respectivos valores de verificación asociados, y, por otra, combinar los resultados de detección de errores para uno o más bloques de códigos recibidos. El valor de verificación puede ser uno de entre los siguientes elementos: un bit de paridad, un valor de hash, un valor de suma de comprobación, un valor de verificación de redundancia cíclica, un

valor CRC; para cada uno de estos ejemplos, la detección de errores puede incluir volver a calcular el valor de verificación de la misma manera que se realizó en el lado transmisor (o, de manera equivalente, mediante un algoritmo que las partes comunicantes han acordado de antemano) y evaluar si es igual al valor de verificación recibido. La detección de errores puede ser una etapa integrada de un proceso de demodulación.

El primer nodo 10 de comunicación comprende adicionalmente un transmisor 13 configurado para transmitir al segundo nodo 20 de comunicación, en base a una combinación de resultados de detección de errores, un acuse de recibo con respecto a cada uno de dichos grupos predefinidos de bloques de códigos. Se acuerda que un valor negativo del acuse de recibo significa que se detectó un error en al menos uno de los bloques de códigos del grupo predefinido. El valor negativo del acuse de recibo puede tener el efecto de activar una retransmisión. Dependiendo de la implantación, se puede usar un resultado de detección de error VERDADERO para indicar o bien que el bloque de códigos aludido estaba libre de errores (de acuerdo con el valor de verificación recibido) o bien que contenía un error (en desacuerdo con el valor de verificación recibido), y, de manera similar, es una cuestión de convención si un valor VERDADERO de una combinación de resultados de detección de errores denota que todos los bloques de códigos se descodificaron satisfactoriamente o con uno o más errores; de cualquier manera, estará dentro de las capacidades del experto en la técnica identificar una operación lógica, como O, Y o NI, con dos o más variables de entrada, que proporcionen el resultado de detección de error combinado deseado. Como se silueteó anteriormente, el primer nodo 10 de comunicación está configurado para basar su acuse de recibo para un grupo predefinido de dos o más bloques de códigos en una combinación de resultados de detección de errores para un subconjunto de los bloques de códigos del grupo predefinido.

Las partes comunicantes que operan los nodos primero y segundo 10, 20 de comunicación han aceptado de forma típica, como, por ejemplo, al adherirse a una norma de la industria tal como la de la LTE del 3GPP, un formato para transmitir el acuse de recibo. En tal formato normativizado, se puede haber supuesto o haberse implícitamente supuesto que el acuse de recibo para un grupo predefinido de dos o más bloques de códigos se basa en una combinación de resultados de detección de errores para todos los bloques de códigos del grupo predefinido. En una realización, el acuse de recibo puede enviarse en el formato acordado, incluso aunque se base en una combinación de resultados de detección de errores para un subconjunto de los bloques de códigos del grupo predefinido. En particular, un acuse de recibo de valor negativo con respecto a un grupo predefinido de bloques de códigos puede transmitirse en forma de una solicitud de retransmisión de ese grupo predefinido de bloques de códigos. Por consiguiente, esta realización puede implantarse en el lado receptor de forma inadvertida al lado transmisor; esto proporciona una compatibilidad fácilmente alcanzable con equipos heredados.

Se observa que, incluso si el primer nodo 10 de comunicación transmite un acuse de recibo de valor positivo que resulte ser fácticamente incorrecto (es decir, que los resultados de detección de errores que faltan en la combinación son tales que habrían conducido a un valor negativo del acuse de recibo), entonces, el protocolo de retransmisión puede garantizar que los datos descodificados de manera incorrecta o no exitosa estarán al final disponibles para el primer nodo 10 de comunicación.

La figura 9 muestra un ejemplo en el contexto de LTE, en el que un bloque de códigos puede denominarse precisamente "bloque de códigos" y un grupo predefinido de bloques de códigos puede denominarse "bloque de transporte". En la figura se muestra un bloque de transporte que comprende $K = 5$ bloques de códigos ("CB") codificados por $N = 7$ símbolos consecutivos de OFDM, que están dispuestos, con respecto a un eje de tiempo horizontal, indicando sus respectivos tiempos de recepción. Un rectángulo sólido correspondiente a la duración de un símbolo de OFDM se muestra a la derecha del último símbolo de OFDM. No se asocia tiempo de transmisión con un bloque de códigos como tal, pero un rectángulo discontinuo adyacente a la derecha de cada área de bloque de códigos ilustra el intervalo de tiempo en el que el lado receptor procesa un bloque de códigos, incluyendo la detección de errores para ese bloque de códigos.

Inmediatamente por encima del eje de tiempo, se indican tres períodos de tiempo posibles para preparar y transmitir un acuse de recibo con respecto al bloque de transporte. El tiempo de procesamiento de transmisión se entiende como el tiempo requerido desde la disponibilidad de la información de retroalimentación con ACK/NACK en el UE hasta que la parte del mensaje de retroalimentación que depende de la retroalimentación con ACK/NACK esté lista para la transmisión. En consecuencia, el comienzo de cada período de tiempo se refiere al inicio de la transmisión del acuse de recibo, que puede incluir uno o más de entre los siguientes elementos: rellenar una plantilla de mensaje de retroalimentación con el valor del acuse de recibo, recuperar información complementaria para acompañar el acuse de recibo, iniciar el procesamiento para generar tal información complementaria, garantizando el cumplimiento de un formato de mensaje acordado, o similares. Esto significa que el primer nodo 10 de comunicación puede realizar algunas acciones antes de que comience el tiempo de procesamiento de transmisión ilustrado: comenzar a crear un mensaje de retroalimentación, recuperar información complementaria para acompañar el acuse de recibo, generar información complementaria, y similares. Además, se entiende que el final de cada período de tiempo ilustrado se refiere a iniciar la generación de una forma de onda electromagnética que lleva el acuse de recibo. Como tal, la transmisión, en sentido estricto, está contenida en un período de tiempo (no mostrado) que sucede inmediatamente después del tiempo de procesamiento de transmisión ilustrado.

En una realización ilustrada en la figura 9 como opción 1, el procesamiento de transmisión comienza después de

que se reciba el último símbolo de OFDM pero antes de que se haya descodificado el último bloque de códigos (rectángulo discontinuo). La retroalimentación con ACK/NACK asociada se refiere a todo el bloque de transporte, pero se basa sólo en los bloques 1, 2, 3 y 4 de códigos (o, más en general, en los bloques de códigos en el intervalo $[1, K - P]$ con $P = 1$). En esta opción, incluso aunque todos los bloques de códigos se descodifiquen finalmente, sólo los bloques de códigos mapeados para $M = 6$ primeros símbolos de OFDM se utilizan para la retroalimentación con ACK/NACK. Al generalizar esta enseñanza en casos en los que el último símbolo no codifica un bloque de códigos único, un acuse de recibo para el grupo predefinido puede basarse en una combinación de resultados de detección de errores para todos, excepto para aquellos bloques de códigos que están al menos parcialmente codificados por el símbolo final de OFDM en la secuencia. Usando la notación de arriba, se establece que $M = N - 1$. La duración de un símbolo de OFDM puede ser del orden de 50-100 μ s en un sistema de comunicación inalámbrica disponible en vista del tiempo de procesamiento de transmisión, el tiempo de guardia y el tiempo de procesamiento del receptor.

Con respecto a los sistemas de comunicación futuros, tales como 5G, los inventores se han dado cuenta de que puede ser ventajoso basar un acuse de recibo para un grupo predefinido de bloques de códigos en una combinación de resultados de detección de errores para todos, excepto para aquellos bloques de códigos que son al menos parcialmente codificados por el símbolo de modulación final. Esto se debe a que es probable que la duración de un símbolo de modulación se establezca en vista de los tiempos de procesamiento y el tiempo de guardia, evitándose, por ello, la divergencia de escala.

En una realización ilustrada en la figura 9 como opción 2, el procesamiento de transmisión comienza antes de que se reciba el último símbolo de OFDM. En este ejemplo, todos los bloques de códigos menos los dos últimos se descodifican. La transmisión de retroalimentación con ACK/NACK asociada se refiere al bloque de transporte completo, pero se basa sólo en los bloques 1, 2 y 3 ($P = 2$) de códigos. En esta opción, sólo los bloques de códigos que se mapean para los primeros símbolos de OFDM $M = 5$ se utilizan para la retroalimentación con ACK/NACK.

Un rasgo común de las realizaciones ilustradas como opciones 1 y 2 es que la transmisión del acuse de recibo se inicia antes de que el primer nodo 10 de comunicación haya completado la detección de errores en todos los bloques de códigos del grupo predefinido. En particular, la transmisión del acuse de recibo se inicia antes de que al menos un procesador haya completado la detección de errores en al menos un bloque de códigos fuera de dicho subconjunto.

En una variación de las realizaciones ilustradas como opciones 1 y 2, el primer nodo 10 de comunicación puede basar el acuse de recibo en los resultados de detección de errores para bloques de códigos que no son consecutivos. Además, se puede basar el acuse de recibo en los resultados de detección de errores para bloques de códigos que no son iniciales en el bloque de transporte. Aún más, también se puede basar el acuse de recibo en una secuencia irregular, tales como los bloques 1, 3 y 4 de códigos en el caso de $N = 5$. Especialmente, si la detección de errores está separada del procesamiento de descodificación, tal exclusión de algunos bloques de códigos sin punto final puede representar una reducción de la carga de procesamiento. Como los bloques de códigos consecutivos están fuertemente correlacionados, según los inventores han notado, la exclusión de algunos bloques de códigos sin punto final sólo reduce la fiabilidad de manera despreciable.

La opción 3 se puede practicar en algunas tecnologías existentes, tal como la de LTE, y se ha incluido para fines de comparación. Aquí, el procesamiento de la transmisión comienza después de que todos los bloques de códigos en la transmisión de enlace descendente se hayan recibido y descodificado. En esta opción, la retroalimentación relacionada con el bloque de transporte se basa en todos los bloques de códigos. Como la figura 9 ilustra, la transmisión de retroalimentación con ACK/NACK puede completarse antes en las opciones 1 y 2 en comparación con la opción 3. Esto trae beneficios significativos en términos de gastos generales ya que el tiempo de protección puede acortarse.

Puede haber una compensación asociada a las realizaciones descritas en esta sección. Si se usa muy poco bloque de códigos para la retroalimentación con ACK/NACK, entonces, aumenta el riesgo de enviar un ACK para un bloque de transporte que, de hecho, falla al descodificarse (debido al fallo en la descodificación de uno de los últimos bloques de códigos). Si se incluyen demasiados bloques de códigos, entonces el tiempo de guardia es innecesariamente largo. Se cree que encontrar un equilibrio adecuado entre estas condiciones extremas se encuentra dentro de las capacidades del experto en la técnica que haya estudiado la presente divulgación.

La figura 2 muestra una porción de una red inalámbrica que incluye una red central 130, una estación base 120 y un UE 110. La estación base 120 está conectada a través de una conexión 132 por cable (o fija) a la red central 230 y a través de una conexión 131 de enlace descendente inalámbrica al UE 110. Ambas conexiones 131, 132 pueden ser propensas a errores en cierta medida y pueden beneficiarse de las enseñanzas descritas en el presente documento. En una realización, el UE 110 realiza la detección de errores en bloques de códigos recibidos a través de la conexión 131 de enlace descendente y envía acuses de recibo a la estación base 120 en un enlace ascendente (no mostrado), en el que se basa un acuse de recibo para un grupo predefinido de dos o más bloques de códigos en una combinación de resultados de detección de errores para un subconjunto de los bloques de códigos del grupo predefinido.

La figura 3 muestra una porción de una red inalámbrica que incluye una red central 230, una estación base primera y segunda 240, 220 y un UE 210. La primera estación base 240 está conectada a través de una conexión 233 por cable (o fija) a la red central 230 y, a través de una conexión 232 de retorno, a la segunda estación base 220. La segunda estación base 220 está a su vez conectada de manera inalámbrica al UE 210, y, por ello, actúa como un relé. Las tres conexiones todas 231, 232, 233 pueden ser propensas a errores en cierta medida y pueden beneficiarse de las enseñanzas descritas en el presente documento. En una realización, la segunda estación base 220 realiza la detección de errores en los bloques de códigos recibidos a través de la conexión 232 de red de retorno y envía acuses de recibo a la primera estación base 240, en donde un acuse de recibo para un grupo predefinido de dos o más bloques de códigos se basa en una combinación de resultados de detección de errores para un subconjunto de los bloques de códigos del grupo predefinido.

Las redes inalámbricas explicadas con referencia a las figuras 2 y 3 pueden ser redes celulares, como de LTE (incluyendo LTE-avanzada) o una red inalámbrica de 5G. Cada una de las conexiones inalámbricas 131, 231, 232 puede ser una conexión dúplex por división de tiempo (TDD) o una conexión dúplex por división de frecuencia semidúplex (FDD).

En el caso de una red de LTE, el grupo predefinido de bloques de códigos puede denominarse bloque de transporte. En un sistema de comunicación inalámbrico de 5G, la frase "grupo predefinido de bloques" puede necesitar ser reinterpretada en vista de un posible cambio del término "bloque de códigos", como ya se explicó. Independientemente de si tal reinterpretación es necesaria en futuras tecnologías de comunicación, el "grupo predefinido" debe entenderse como una unidad que el lado receptor se requiere (por ejemplo, mediante acuerdo, estandarización o similar) para comunicar con acuse de recibo de manera independiente, y típicamente dentro de un tiempo predefinido después de la transmisión. Las realizaciones descritas en el presente documento enseñan que un acuse de recibo para tal "grupo predefinido" puede basarse en una combinación de resultados de detección de errores para un subconjunto de los bloques de códigos del grupo predefinido.

En el caso de una red de LTE, alternativamente o adicionalmente, el acuse de recibo puede transmitirse en un canal de control de enlace físico, PUCCH.

El funcionamiento del primer nodo 10 de comunicación se puede resumir mediante el método 400 ilustrado en la figura 4. El método 400 comprende un primer paso 401 de recibir una corriente de bloques de códigos desde el segundo nodo 20 de comunicación, en el que cada bloque de códigos está asociado a un valor de verificación que permite la detección de errores y pertenece a un grupo predefinido de bloques de códigos. El método 400 comprende adicionalmente un segundo paso 402 de detección de errores en bloques de códigos recibidos usando valores respectivos asociados de verificación, y un tercer paso 403 de transmitir al segundo nodo 20 de comunicación un acuse de recibo con respecto a cada uno de dichos grupos predefinidos de bloques de códigos, en donde un valor negativo del acuse de recibo significa que se detectó un error para al menos uno de los bloques de códigos del grupo predefinido. En una realización, el acuse de recibo de un grupo predefinido de dos o más bloques de códigos se basa en una combinación de resultados de detección de errores para un subconjunto de los bloques de códigos del grupo predefinido.

Resumiendo la descripción de la figura 1, el segundo nodo 20 de comunicación está adaptado para una conexión confirmada con el primer nodo 10 de comunicación y comprende un búfer 21 para almacenar temporalmente los bloques de códigos que se transmitirán al primer nodo 10 de comunicación. El segundo nodo 20 de comunicación puede recibir dichos bloques de códigos de una red central, de forma similar a la ilustrada en las figuras 2 y 3. El segundo nodo 20 de comunicación comprende adicionalmente un transmisor 22 configurado para transmitir una corriente de los bloques de códigos al primer nodo 10 de comunicación, en el que los bloques de códigos están agrupados en grupos predefinidos, y un receptor 23. El receptor 23 está configurado al menos para recibir un acuse de recibo con respecto a uno de los grupos predefinidos de bloques de códigos transmitidos desde el primer nodo 10 de comunicación. El receptor 23 está configurado además para originar la retransmisión de dicho grupo predefinido de bloques de códigos transmitidos en respuesta a un acuse de recibo de valor negativo.

En una realización, el transmisor 22 está configurado adicionalmente para transmitir una indicación concerniente a la disposición temporal o al retardo permitido de la retroalimentación del acuse de recibo. La indicación puede transmitirse en una etapa inicial de la conexión con acuse de recibo (a menos que se haya acordado un valor predeterminado); durante la operación se pueden transmitir indicaciones adicionales para cambiar, actualizar o confirmar la disposición temporal o el retardo permitido de la retroalimentación del acuse de recibo. Opcionalmente, una indicación está asociada a una duración limitada de la validez o a un tiempo de caducidad. La indicación puede ser transmitida por unidifusión. Alternativamente, en una red de comunicación que permite la difusión de información a todos los UE conectados, la indicación concerniente a la disposición temporal o al retardo permitido de la retroalimentación del acuse de recibo se puede difundir a los nodos que incluyen el primer nodo 10 de comunicación.

Por ejemplo, la indicación puede ser indicativa de una separación máxima permitida entre la transmisión completa de un grupo predefinido de bloques de códigos y la recepción de un acuse de recibo con respecto al grupo predefinido de bloques de códigos.

De forma alternativa o adicional, la indicación selecciona un modo de disposición temporal de la retroalimentación del acuse de recibo seleccionado de entre dos o más modos predefinidos de disposición temporal de retroalimentación de acuse de recibo. En particular, se pueden definir dos o más de los siguientes modos de disposición temporal de retroalimentación de acuse de recibo:

a) el primer nodo 10 de comunicación va a transmitir, de su propio movimiento, un acuse de recibo dentro de un período relativamente más corto T_a después de recibir un grupo predefinido de bloques de códigos;

b) el primer nodo 10 de comunicación va a transmitir, de su propio movimiento, un acuse de recibo dentro de un período relativamente más largo T_b después de recibir un grupo predefinido de bloques de códigos;

c) el primer nodo 10 de comunicación va a transmitir un acuse de recibo sólo bajo solicitud explícita del segundo nodo 20 de comunicación.

Dependiendo de los detalles de la implantación del primer nodo 10 de comunicación, el modo a) puede incluir un período de tiempo T_a tan corto que el primer nodo 10 de comunicación pueda necesitar depender de una retroalimentación de acuse de recibo predictiva de acuerdo con una de las realizaciones descritas anteriormente, en particular con una en la que el acuse de recibo para un grupo predefinido de dos o más bloques de códigos esté basado en una combinación de resultados de detección de errores para un subconjunto de los bloques de códigos del grupo predefinido. Mientras tanto, el modo b) puede permitir al primer nodo 10 de comunicación el tiempo T_b suficiente para producir un acuse de recibo definido único en base a una combinación de resultados de detección de errores para todos los bloques de códigos de un grupo predefinido. Si ambos modos a) y b) son tales como para obligar al primer modo 10 de comunicación a depender de los acuses de recibo predictivos, entonces, pueden diferir con respecto al tamaño del subconjunto de los bloques de códigos del grupo predefinido cuyos resultados de detección de errores se combinan para usarse como base para el acuse de recibo con respecto al grupo predefinido. En particular, pueden diferir con respecto al bloque de códigos con el número más alto que se va a incluir.

Para una descripción detallada de un sistema en el que el modo c) está disponible, se hace referencia a la solicitud de patente provisional de los Estados Unidos nº 62/221345 y a las solicitudes no provisionales subsiguientes publicadas que reivindican la prioridad de esa solicitud.

De manera más general, la indicación concerniente a la disposición temporal o al retardo permitido de la retroalimentación de acuse de recibo puede indicar uno o más de entre los siguientes elementos:

i) el tamaño de los bloques de códigos que comprende el grupo predefinido. Los bloques de códigos cortos pueden requerir menos tiempo de procesamiento. De particular importancia es el tamaño de los bloques de códigos llevados por el último símbolo de modulación;

ii) el número de bloques de códigos que comprende el grupo predefinido;

iii) la información transportada de forma estática en el tiempo permitido para la retroalimentación de acuse de recibo;

iv) la información transportada dinámicamente en el tiempo permitido para la retroalimentación de acuse de recibo;

v) un modo activo de disposición temporal de retroalimentación de acuse de recibo de entre una pluralidad de modos seleccionables de tiempo de retroalimentación de acuse de recibo;

vi) la configuración de avance de disposición temporal en el primer nodo 10 de comunicación, que pueda afectar el presupuesto de enlace.

En algunas realizaciones, el primer nodo 10 de comunicación puede ser operable para adaptar su retroalimentación del acuse de recibo en respuesta a uno o más de los factores i) -vi). Se observa que el primer nodo 10 de comunicación puede ser operable para entrar en un modo de funcionamiento en el que envía sólo acuses de recibo definitivos, al menos por un período de tiempo limitado, en respuesta a un cambio en los factores i) -vi). Desde el punto de vista del primer nodo de comunicación, no es esencial recibir la información relacionada con los factores i) -vi) precisamente desde el segundo nodo 20 de comunicación; de hecho, el primer nodo 10 de comunicación puede enterarse de tales factores a través de la información del sistema, la información de la celda, las mediciones y similares.

Alternativamente (la indicación concerniente a la disposición temporal o al retardo permitido de la retroalimentación de acuse de recibo está ausente) o adicionalmente (la indicación concerniente a la disposición temporal o al retardo permitido de la retroalimentación de acuse de recibo está presente), el segundo nodo 20 de comunicación está configurado para recibir dos acuses de recibo para un mismo grupo predefinido de bloques de códigos, en el que los dos acuses de recibo están separados en el tiempo. Desde el punto de vista del primer nodo 10 de comunicación – pero generalmente oculto desde el segundo nodo 20 de comunicación-, el primer acuse de recibo es predictivo, y el

segundo acuse de recibo es definitivo, como, por ejemplo, en base a una combinación de resultados de detección de errores para todos los bloques de códigos del grupo predefinido o en información equivalente. Independientemente de la base (típicamente desconocida) de un acuse de recibo, el segundo nodo 20 de comunicación puede estar configurado para mantener un bloque de códigos transmitido en el búfer hasta que se hayan recibido dos acuses de recibo de valor positivo para un grupo predefinido al que pertenece el bloque de códigos. Después de este punto, el bloque de códigos transmitido en buffer se puede eliminar, sobrescribir o declarar como habilitado para ser sobrescrito, de modo que se libere espacio de almacenamiento en el buffer 21.

Específicamente, el segundo nodo 20 de comunicación puede estar configurado para parar de monitorizar un segundo acuse de recibo para un grupo predefinido de bloques de códigos, y [síc.] un acuse de recibo de valor negativo para los mismos bloques de códigos de grupo predefinidos. De manera similar, el primer nodo 10 de comunicación puede estar configurado para prescindir del acuse de recibo definido para un grupo predefinido de bloques de códigos si ha transmitido un acuse de recibo de valor negativo para el mismo grupo predefinido de bloques de códigos; esto se debe a que el valor del segundo acuse de recibo definitivo se derivará del valor del primer acuse de recibo predictivo (negativo si es negativo), por lo que la transmisión del acuse de recibo definitivo representaría una contribución injustificada a la sobrecarga del sistema.

El funcionamiento del segundo nodo 20 de comunicación puede resumirse mediante el método 500 ilustrado en la figura 5. El método 500 comprende un paso 502 de transmisión de una corriente de los bloques de códigos al primer nodo 10 de comunicación, en el que los bloques de códigos se agrupan en grupos predefinidos; otro paso 503 de recibir desde el primer nodo 10 de comunicación un acuse de recibo con respecto a uno de los grupos predefinidos de bloques de códigos transmitidos; y un paso adicional 504 de retransmitir dicho grupo predefinido de bloques de códigos transmitidos en respuesta a un acuse de recibo de valor negativo. Aún adicionalmente, el método 500 comprende un paso inicial 501 de transmitir una indicación concerniente a la disposición temporal o al retardo permitido de la retroalimentación de acuse de recibo.

En una realización ventajosa, el segundo nodo 20 de comunicación está provisto de un transmisor 22 configurado para agrupar los bloques de códigos de tal manera que favorezca una posición temprana de bloques de códigos priorizados cuando se sabe que el primer nodo 10 de comunicación es dependiente del acuse de recibo predictivo. En particular, si el segundo nodo 20 de comunicación indica un tan corto período de tiempo que el primer nodo 10 de comunicación tendrá (probablemente) que basar sus acuses de recibo en una combinación de resultados de detección de errores para un subconjunto de los bloques de códigos en un grupo predefinido, entonces, subsiguientemente, el transmisor 22 podrá ubicar un bloque de códigos que se considera crítico, tiene una prioridad alta, una importancia alta y/o un presupuesto de baja latencia temprano en relación con otros bloques de códigos en el grupo de bloques de códigos. Un bloque de códigos prioritario que se ubica temprano, o al menos en una posición no final dentro del grupo de bloques de códigos, influirá ciertamente en el estado de recepción del grupo de bloques de códigos al que pertenece, activando por ello una rápida retransmisión si es necesario.

Las realizaciones del presente documento también incluyen un programa informático que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador de un primer nodo 10 o de un segundo nodo 20 de comunicación, hacen que el nodo de comunicación lleve a cabo los métodos mostrados en las figuras 4 y 5, respectivamente, o variaciones de los mismos. En una o más realizaciones, un operador que contiene el programa informático es uno de los medios de comunicación (o medios transitorios, tales como una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio) o medios de almacenamiento legibles por ordenador (o medios no transitorios). El término medios de almacenamiento informático incluye tanto medios volátiles como no volátiles, extraíbles y no extraíbles, implantados en cualquier método o tecnología para el almacenamiento de información; los medios de almacenamiento en ordenador incluyen, pero no están limitados a, RAM, ROM, EEPROM, memoria flash u otra tecnología de memoria, CD-ROM, discos versátiles digitales u otros almacenamientos en disco óptico, casetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que almacene la información deseada y que sea accesible por un ordenador. En al menos una realización, un nodo de comunicación u otro aparato está configurado para realizar las operaciones o funciones descritas en el presente documento, basándose al menos en parte en el circuito de procesamiento de nodos que ejecuta instrucciones de programas informáticos almacenadas en un medio legible por ordenador no transitorio.

La presente invención puede, por supuesto, llevarse a cabo de otras maneras diferentes a las expuestas específicamente en el presente documento sin apartarse de las características esenciales de la invención como se define en las reivindicaciones independientes. Las presentes realizaciones deben considerarse en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas.

REIVINDICACIONES

1. Un primer nodo (10; 110; 220) de comunicación adaptado para conectar con acuse de recibo con un segundo nodo (20; 120; 240) de comunicación, que comprende:
 - 5 un receptor (11) configurado para recibir una indicación de disposición temporal de retroalimentación de acuse de recibo y para recibir un flujo de bloques de códigos desde el segundo nodo de comunicación, en el que cada bloque de códigos está asociado a un valor de verificación independiente que permite la detección de errores y pertenece a un grupo predefinido de bloques de códigos;
 - 10 al menos un procesador (12) configurado para:
 - detectar errores en los bloques de códigos recibidos utilizando los respectivos valores de verificación asociados, en el que un resultado de detección de errores para un bloque de códigos tiene un valor VERDADERO si el bloque de
 - 15 códigos aludido contenía un error, y
 - combinar los resultados de detección de errores para uno o más bloques de códigos recibidos; y
 - 20 un transmisor (13) configurado para transmitir al segundo nodo de comunicación, en base a una combinación de resultados de detección de errores, un acuse de recibo con respecto a cada uno de dichos grupos predefinidos de bloques de códigos, en el que un valor negativo del acuse de recibo significa que se detectó un error para al menos uno de los bloques de códigos del grupo predefinido;
 - 25 en el que un acuse de recibo de un grupo predefinido de dos o más bloques de códigos se basa en una combinación de resultados de detección de errores para todos, excepto para los bloques de códigos más recientes con $P \geq 1$ en el grupo predefinido, siendo el número P determinado sobre la base de la indicación recibida de disposición temporal de retroalimentación de acuse de recibo.
- 30 2. El primer nodo de comunicación de la reivindicación 1, en el que un valor del acuse de recibo es independiente del resultado de detección de error para dichos bloques de códigos más recientes con $P \geq 1$.
- 35 3. El primer nodo de comunicación de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el transmisor está configurado para iniciar la transmisión del acuse de recibo antes de que al menos un procesador haya completado la detección de errores en todos los bloques de códigos del grupo predefinido.
- 40 4. El primer nodo de comunicación de la reivindicación 3, en el que el transmisor está configurado para iniciar la transmisión del acuse de recibo antes de que al menos un procesador haya completado la detección de errores en al menos un bloque de códigos fuera de dicho subconjunto.
- 45 5. El primer nodo de comunicación de la reivindicación 4, en el que el transmisor está configurado para transmitir el acuse de recibo como parte de un mensaje de retroalimentación, que se inicia con anterioridad a la transmisión del acuse de recibo, o simultáneamente a la misma.
- 50 6. El primer nodo de comunicación de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la conexión con acuse de recibo para la segunda comunicación comprende adicionalmente un protocolo de retransmisión.
- 55 7. El primer nodo de comunicación de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer nodo de comunicación es un dispositivo (110) de comunicación inalámbrico, el segundo nodo de comunicación es un nodo (120) de acceso inalámbrico y la conexión con acuse de recibo es un enlace descendente (131).
- 60 8. El primer nodo de comunicación de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para renunciar a la detección de errores con respecto a las subunidades de un bloque de códigos.
- 65 9. El primer nodo de comunicación de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:
 - cada grupo predefinido de dos o más bloques de códigos está codificado por una secuencia de símbolos de multiplexación ortogonal por división de frecuencia, OFDM; y
 - el acuse de recibo para el grupo predefinido se basa en una combinación de resultados de detección de errores para todos los bloques de códigos, excepto para aquéllos que están al menos parcialmente codificados por el símbolo final de OFDM en la secuencia.
10. El primer nodo de comunicación de la reivindicación 1 o 2, en el que la indicación de la disposición temporal de la retroalimentación de acuse de recibo comprende información transportada estáticamente, información transportada dinámicamente, o ambas.

- 5 11. El primer nodo de comunicación de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el transmisor está configurado para transmitir, además del acuse de recibo basado en una combinación de resultados de detección de errores para un subconjunto de los bloques de códigos en un grupo predefinido, un acuse de recibo definido basado en una combinación de resultados de detección de errores para todos los bloques de códigos del mismo grupo predefinido.
- 10 12. El primer nodo de comunicación de la reivindicación 11, en el que el transmisor está configurado para prescindir del acuse de recibo definitivo para un grupo predefinido de bloques de códigos si ha transmitido un acuse de recibo de valor negativo para el mismo grupo predefinido de bloques de códigos.
- 15 13. El primer nodo de comunicación de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el grupo predefinido comprende bloques de códigos codificados por símbolos de modulación consecutivos.
14. El primer nodo de comunicación de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el subconjunto consiste en los primeros bloques K-P de códigos de un grupo predefinido de bloques K de códigos.
- 20 15. El primer nodo de comunicación de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el valor negativo del acuse de recibo se representa como una solicitud de retransmisión.
16. El primer nodo de comunicación de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:
- el transmisor es operable para transmitir un acuse de recibo definido basado en una combinación completa de resultados de detección de errores para el grupo predefinido de bloques de códigos; y
- 25 el acuse de recibo definitivo y el acuse de recibo son indistinguibles en cuanto transmitidos.
17. El primer nodo de comunicación de la reivindicación 16, en el que el grupo predefinido de bloques de códigos es un bloque de transporte.
- 30 18. El primer nodo de comunicación de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada bloque de códigos está codificado como uno o más símbolos de modulación.
19. El primer nodo de comunicación de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un elemento de entre los siguientes se sostiene: el valor de verificación que permite la detección de errores está integrado en el bloque de códigos; el valor de verificación que permite la detección de errores está agregado al bloque de códigos.
- 35 20. Un método implantado en un primer nodo (10; 110; 220) de comunicación para comunicarse con un segundo nodo (20; 120; 240) de comunicación a través de una conexión con acuse de recibo, que comprende:
- 40 recibir una indicación de la disposición temporal de la retroalimentación del acuse de recibo;
- recibir (401) una corriente de bloques de códigos desde el segundo nodo de comunicación, en el que cada bloque de códigos está asociado a un valor de verificación independiente que permite la detección de errores y que pertenece a un grupo predefinido de bloques de códigos;
- 45 detectar (402) errores en bloques de códigos recibidos utilizando valores de verificación asociados respectivos, en el que un resultado de detección de errores para un bloque de códigos tiene un valor VERDADERO si el bloque de códigos aludido contenía un error, y combinar resultados de detección de errores para uno o más bloques de códigos recibidos; y
- 50 transmitir (403) al segundo nodo de comunicación, en base a una combinación de resultados de detección de errores, un acuse de recibo con respecto a cada uno de dichos grupos predefinidos de bloques de códigos, en el que un valor negativo del acuse de recibo significa que se detectó un error para al menos uno de los bloques de códigos del grupo predefinido;
- 55 en el que el acuse de recibo de un grupo predefinido de dos o más bloques de códigos se basa en una combinación de resultados de detección de errores para todos los bloques de códigos, excepto para aquéllos más recientes $P \geq 1$ del grupo predefinido, estando determinado el número P en base a la indicación recibida de disposición temporal de retroalimentación de acuse de recibo.
- 60 21. Un programa informático que comprende instrucciones que, cuando el programa informático es ejecutado por un nodo (10; 110; 220; 20; 120; 240) de comunicación inalámbrico, hacen que el nodo de comunicación realice el método de la reivindicación 20.
- 65 22. Un medio legible por ordenador que tiene almacenado en él el programa informático de la reivindicación 21.

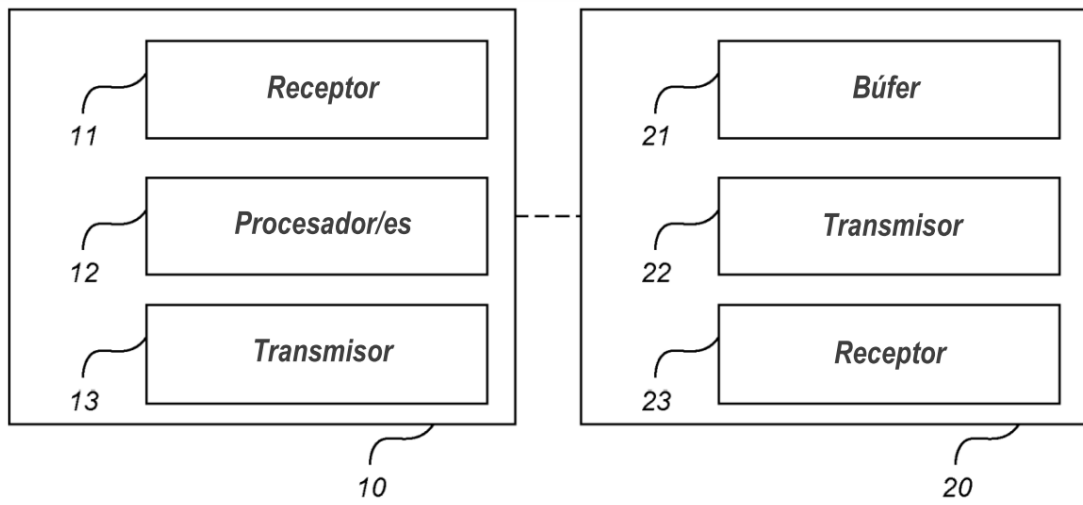


FIG. 1

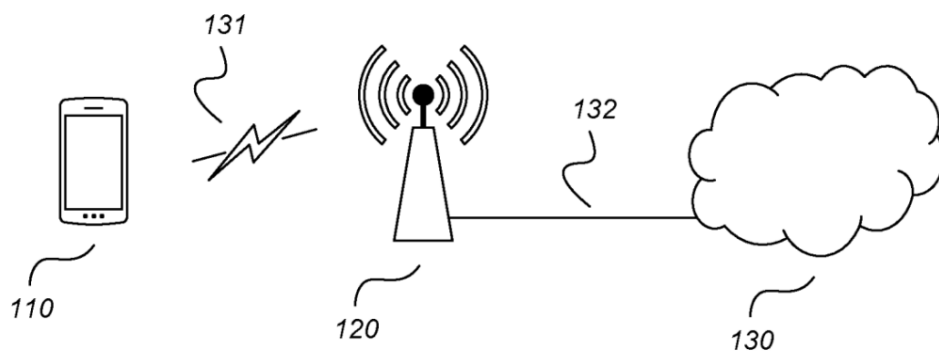


FIG. 2

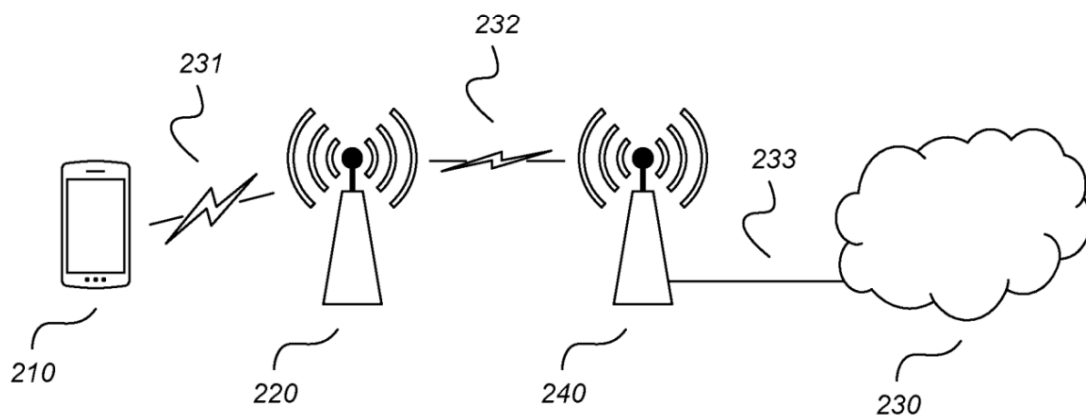


FIG. 3

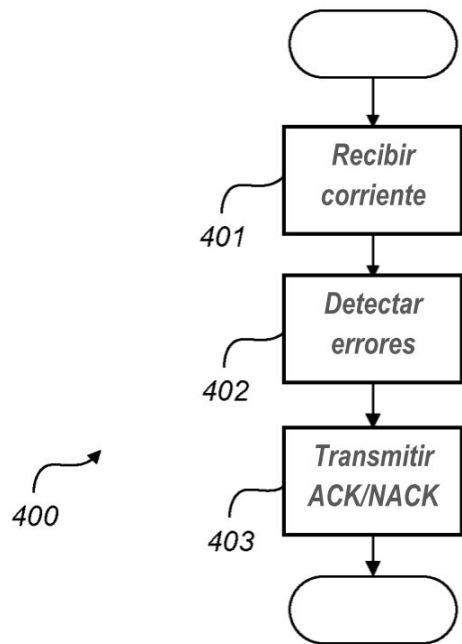


FIG. 4

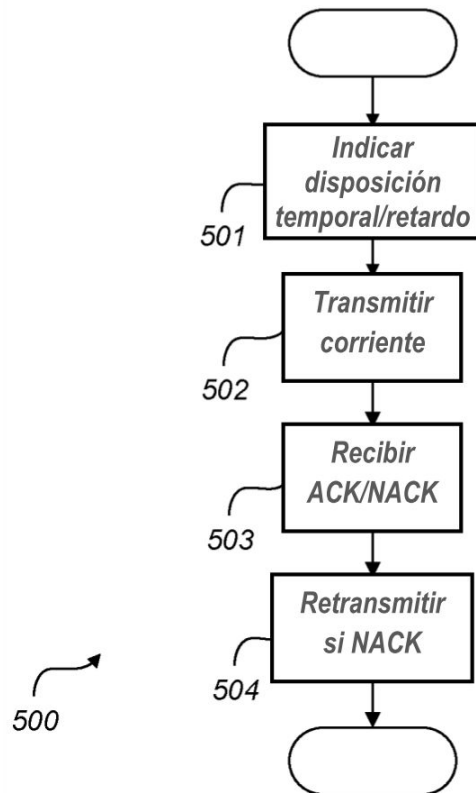


FIG. 5

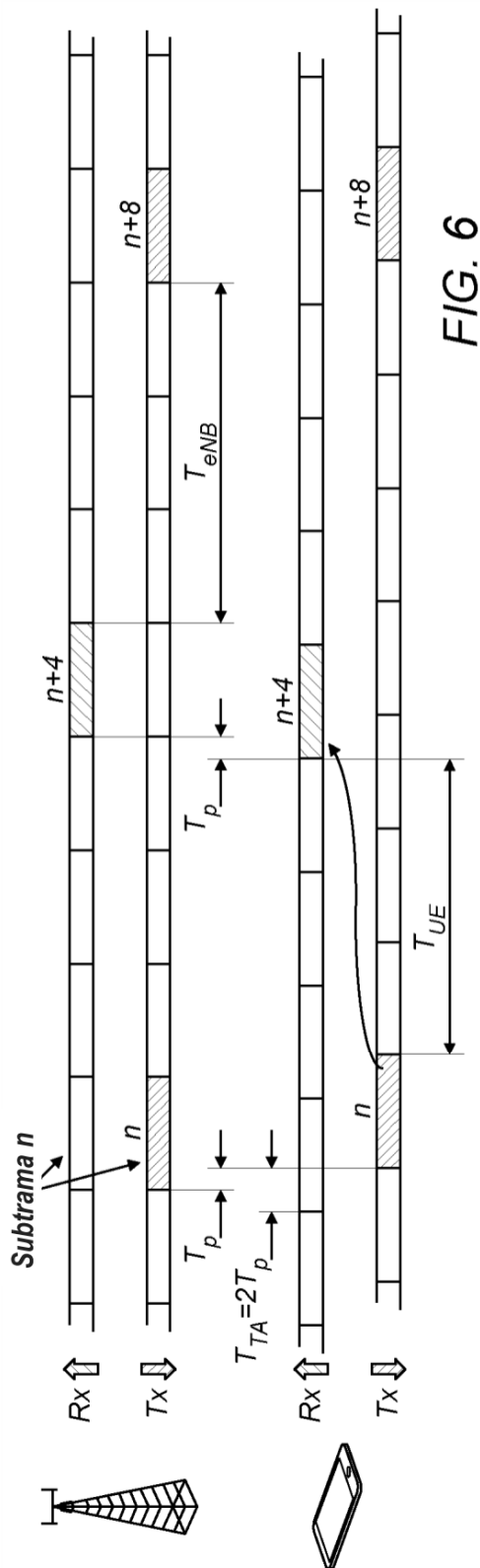


FIG. 6

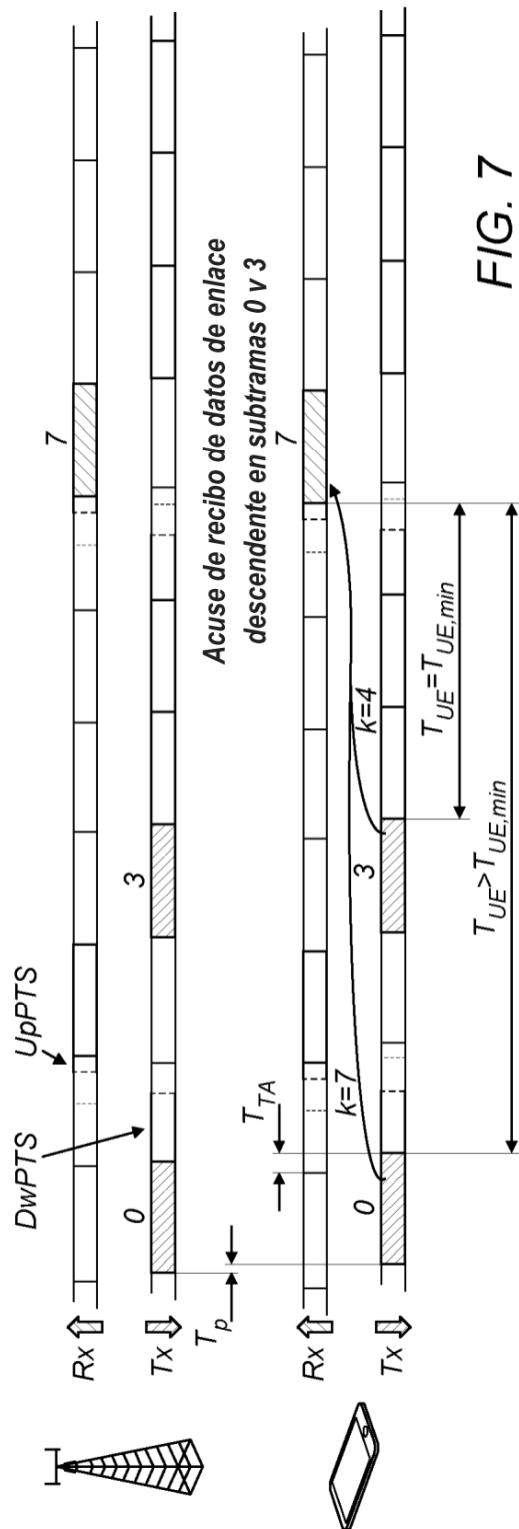


FIG. 7

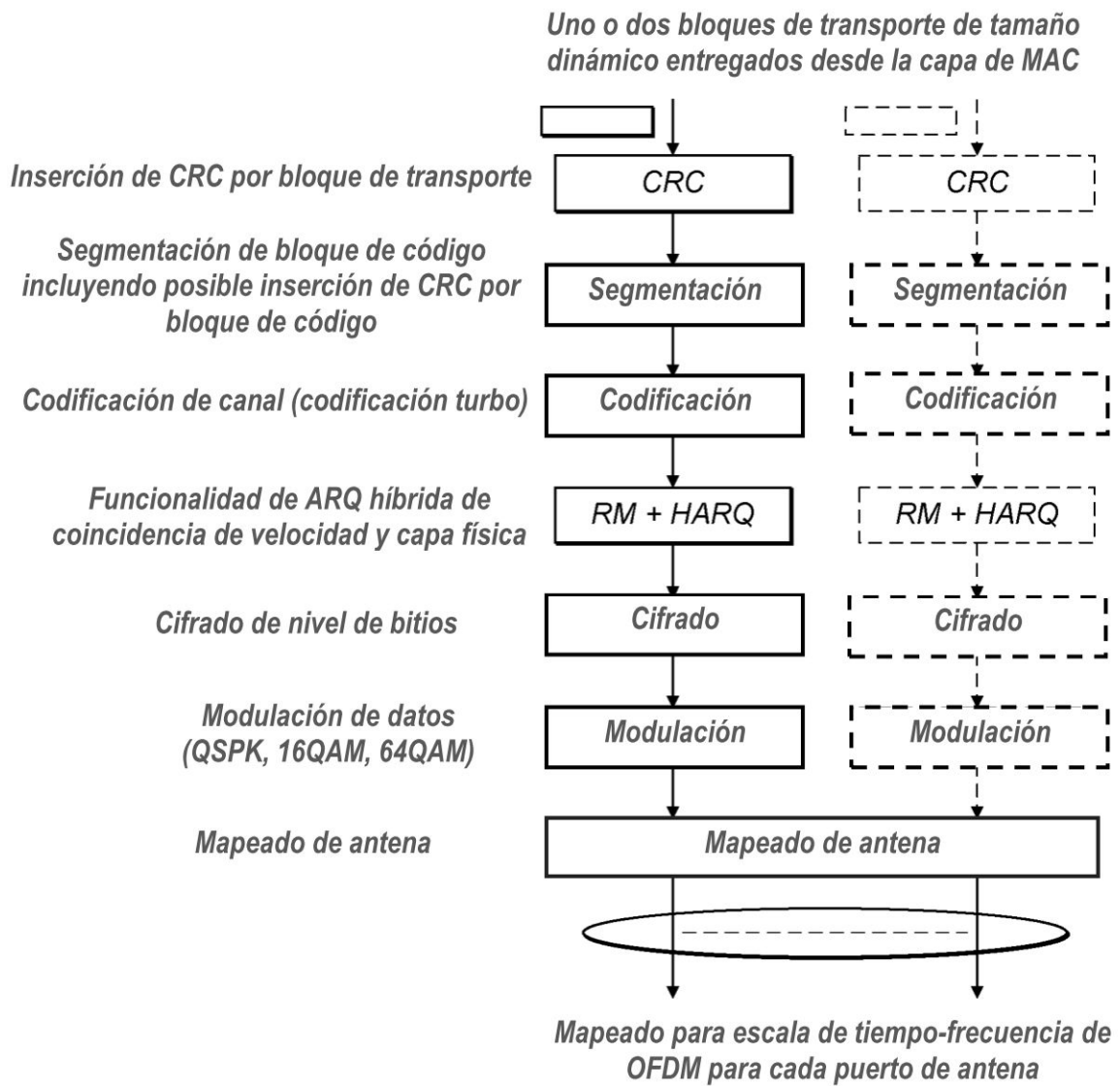


FIG. 8

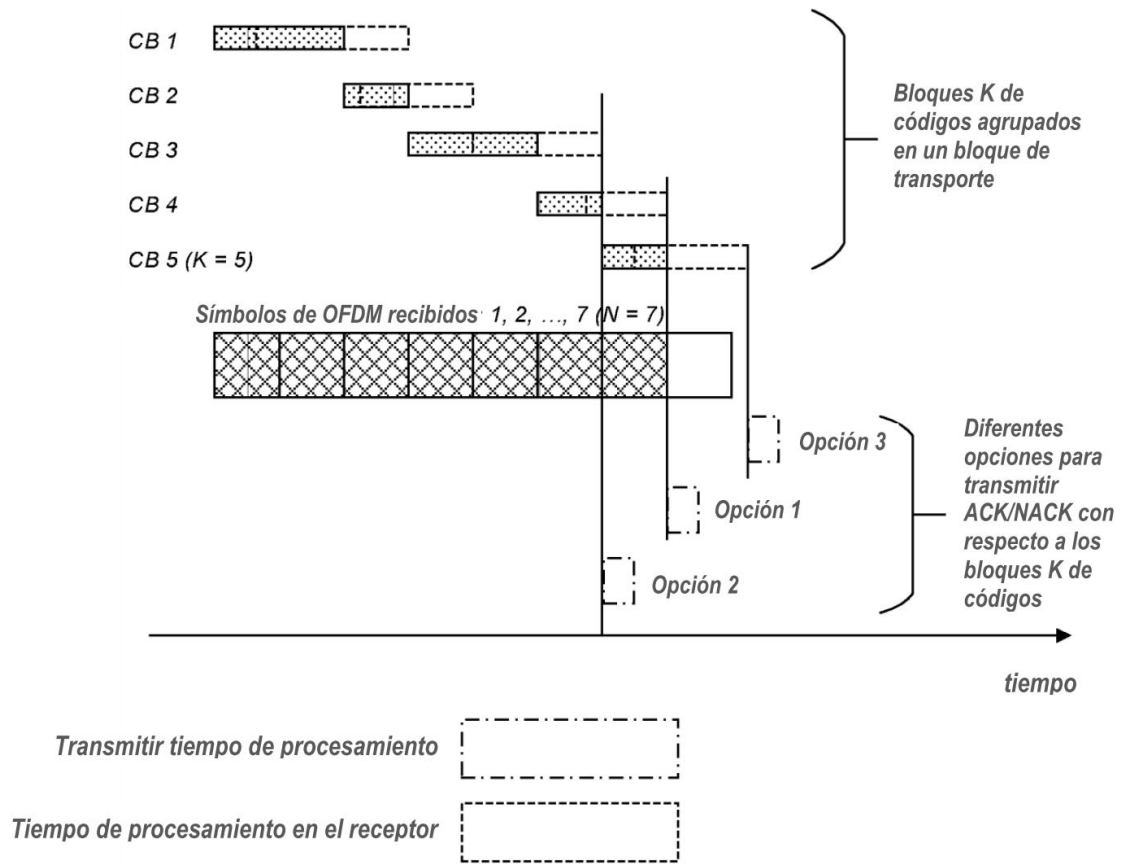


FIG. 9