

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 912 364**

51 Int. Cl.:

H04L 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.02.2018 PCT/EP2018/054773**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.08.2018 WO18154135**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2018 E 18709496 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2022 EP 3586462**

54 Título: **Retroalimentación con latencia configurable**

30 Prioridad:

27.02.2017 EP 17158101

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

25.05.2022

73 Titular/es:

**IPCOM GMBH & CO. KG (100.0%)
Zugspitzstrasse 15
82049 Pullach, DE**

72 Inventor/es:

**BIENAS, MAIK y
HANS, MARTIN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 912 364 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

Retroalimentación con latencia configurable

La presente invención se refiere a un método y a dispositivos para proporcionar retroalimentación con respecto a una recepción exitosa, o no, de datos transmitidos en un sistema de comunicaciones, en particular un sistema de comunicaciones móviles.

Los sistemas de comunicaciones móviles tienen que hacer frente a condiciones de transmisión volátiles y poco fiables debido a efectos como el desvanecimiento por trayectos múltiples del canal de radiocomunicaciones. Algunos efectos pueden compensarse, por ejemplo, mediante el uso de modulación adaptativa o corrección de errores hacia delante (FEC), de modo que los bits de datos se reciban sin errores. En algunos casos, los errores de bit no se pueden evitar. En este caso se utilizan medios de detección de errores para detectar paquetes de datos erróneos y solicitar una retransmisión. Esto se conoce comúnmente como solicitud de repetición automática (ARQ).

En el LTE, se utiliza la solicitud de repetición automática híbrida (HARQ). Esta combina la FEC y la ARQ. Cada paquete de datos incluye algunos bits redundantes, que permiten al receptor detectar un paquete erróneo. El tiempo para transmitir cada paquete tiene una longitud de 1 ms y se denomina intervalo de tiempo de transmisión (TTI). El TTI se define como el intervalo de tiempo utilizado para transmitir exactamente uno de los denominados "bloques de transporte". La HARQ en el LTE requiere retroalimentación para cada bloque de transporte. En caso de que el receptor detecte un error en el último bloque de transporte recibido, devuelve un mensaje de NACK (acuse de recibo negativo) al transmisor. El receptor, tras haber almacenado el último bloque de transporte, lo transmitirá entonces nuevamente al recibir un NACK. Esta retransmisión puede incluir diferentes tipos de bits redundantes, según el modo de HARQ seleccionado. El receptor volverá a comprobar entonces si hay errores en el bloque de transporte recibido. Opcionalmente, según el modo de HARQ, combinará el bloque de transporte recibido previamente con el nuevo bloque de transporte antes de la decodificación.

Si no se detecta ningún error en el bloque de transporte, el receptor transmite un mensaje de ACK (acuse de recibo positivo) al transmisor, que borrará el bloque de transporte antiguo almacenado y almacenará y transmitirá el siguiente bloque de transporte. El transmisor siempre se sitúa a la espera de información de retroalimentación (ACK o NACK) antes de transmitir un paquete nuevo dentro del mismo proceso de HARQ, lo que significa que el transmisor sabe implícitamente a qué paquete se refiere un mensaje de retroalimentación. Esto elimina la necesidad de enviar explícitamente una referencia de paquete con la información de retroalimentación. Este método se denomina parada y espera, ya que el flujo de datos se detiene hasta que se recibe un ACK. Para reducir la latencia adicional de la espera de un ACK, en el LTE se utilizan ocho procesos de HARQ en paralelo en cada enlace. No obstante, el proceso incluye una cierta latencia que no se puede socavar. El tiempo de ida y vuelta (RTT) es indicativo de la latencia. Los elementos del RTT se representan en la Fig. 1a. El RTT está compuesto por un retardo de transmisión (T_{Tx}), y tiempos de transmisión correspondientes a una longitud de bloque de transporte (es decir, la longitud de TTI, que está compuesta por la parte de datos y los bits de redundancia "R") y una longitud de mensaje de retroalimentación, un tiempo para procesar los datos recibidos y generar la retroalimentación (T_P) y el tiempo de espera hasta el inicio de un recurso de transmisión sucesivo (T_R). Una parte del RTT se denomina "latencia de retroalimentación" en esta memoria descriptiva. Está compuesta por la duración del TTI, el tiempo de procesamiento de los datos recibidos (T_P) y el tiempo de espera del siguiente recurso de retroalimentación (T_R). Cuando esta memoria descriptiva habla sobre reducción de latencia, esto también significará reducción del RTT. El flujo de mensajes representado en la figura 1a se muestra para el caso en que la transmisión inicial de Datos n.^o fue exitosa. El Campo etiquetado con "R" contiene los bits redundantes para el campo de datos anterior.

La arquitectura de HARQ actual aplicada por el LTE se representa en la Fig. 1b. Todas las conexiones activas proporcionadas al receptor utilizan los mismos ocho procesos de HARQ, independientemente de las necesidades de servicio respectivas. Después de transmitir un bloque de transporte a través del proceso de HARQ "h", el siguiente paquete se transmite a través de otro proceso de HARQ. El receptor necesita conocer el ID del proceso de HARQ de cada paquete recibido. Se especifican dos modos: En caso de que el ID del proceso se incremente en uno automáticamente en el transmisor y el receptor (es decir, sin señalización explícita) después de un número especificado de bloques de transporte transmitidos (por ejemplo, después de cada bloque individual o después de cada cuarto bloque), el modo se denomina "síncrono" (representado en la Fig. 1b). Este modo se aplica en el enlace ascendente del LTE. En caso de que cada bloque de transporte transmitido incluya el ID del proceso de HARQ actual, el modo se denomina "asíncrono" ya que el transmisor puede decidir "saltar" entre procesos de HARQ. Este modo se aplica en el enlace descendente del LTE.

Además de la HARQ, que está controlada por la capa de MAC, el LTE utiliza un mecanismo de ARQ adicional en la capa de RLC. El mecanismo de ARQ del RLC no requiere retroalimentación después de cada paquete (PDU de RLC). En cambio, o bien el emisor solicita retroalimentación mediante la transmisión de un "campo de sondeo" al receptor, o bien el receptor detecta un evento de activación, que podría ser o bien la detección de un fallo de recepción de una PDU de RLC o bien la expiración de un temporizador. En todos estos casos, la retroalimentación puede estar relacionada con múltiples paquetes, es decir, un mensaje de retroalimentación puede contener información de retroalimentación relacionada con varias PDU de RLC. Este método no se puede usar para dirigir la latencia de retroalimentación ya que no puede influir en los recursos físicos directamente (por ejemplo, la duración de la

transmisión) y en la medida en que la latencia es causada principalmente por las retransmisiones solicitadas por el mecanismo de HARQ, que tampoco es dirigible por la capa de RLC.

Actualmente, el 3GPP estudia mejoras potenciales para la próxima generación del sistema de comunicaciones móviles (5G). Un aspecto que debe cumplir la red 5G está relacionado con la amplia gama de diferentes requisitos de servicio, por ejemplo un requisito de latencia de 1 ms para servicios de latencia ultrabaja en contraste con los requisitos de consumo de energía ultrabajo para algunos tipos de dispositivos (por ejemplo, contadores inteligentes). La red de acceso de radiocomunicaciones (RAN) requiere adaptar dinámicamente los parámetros de la capa física a las necesidades actuales del servicio. Tales adaptaciones dinámicas también pueden ser requeridas por la longitud del TTI, que no se puede modificar en el sistema LTE actual.

El documento US 9.319.200 describe un método para controlar una transmisión de dispositivo a dispositivo (D2D), mientras que la retroalimentación de ACK/NACK para las comunicaciones a través del enlace de DMC se agrega según la longitud de la ventana deslizante. La retroalimentación agregada contiene retroalimentación individual para cada bloque de transporte recibido, es decir, no se genera una única información de retroalimentación combinada. El método no es adecuado para dirigir la latencia de retroalimentación, ya que no se considera el requisito de latencia. El documento US 9.042.279 describe un método para solicitud de repetición automática, en donde la información de retroalimentación se agrega para un conjunto de subtramas consecutivas con el fin de ahorrar energía. La retroalimentación agregada contiene retroalimentación individual para cada bloque de transporte recibido. Además, el método no es adecuado para dirigir la latencia de retroalimentación, ya que no se considera el requisito de latencia.

El documento US 8.780.740 describe un método para controlar la latencia de paquetes de enlace descendente. La latencia actual se compara con la latencia objetivo, y la planificación de los siguientes paquetes se ajusta para situarse en torno a la latencia objetivo. La latencia de retroalimentación no se puede cambiar en este método y no es posible ahorrar tara de retroalimentación en caso de que el servicio tenga requisitos de latencia flexibles y requisitos de ahorro de energía elevados.

El documento EP 2 613 470 A2 describe un sistema en el que se envían mensajes de acuse de recibo de HARQ positivo a una pluralidad de dispositivos de comunicación que cumplen con una regla específica o se envía un acuse de recibo de HARQ a por lo menos un dispositivo de comunicación cuando una pluralidad de transmisiones de enlace ascendente cumple con una regla específica.

El documento US 2004/0105386 A1 describe la transmisión de un mensaje de acuse de recibo después de que se haya recibido un cierto número de datos por paquetes, el mensaje de acuse de recibo incluye un estado de acuse de recibo para cada uno del cierto número de datos por paquetes, y dicho cierto número es seis en el ejemplo.

El documento EP 1 635 518 A1 describe el uso de múltiples canales para transmitir simultáneamente múltiples paquetes de datos en un procesamiento de retransmisión, en donde se comparan el número de canales inactivos y el número de paquetes de retransmisión.

El documento EP 2 184 884 A2 describe una disposición de HARQ en la que se asignan procesos de HARQ para la transmisión según condiciones previstas del canal.

El actual sistema de comunicación móvil LTE no puede proporcionar servicios de latencia ultrabaja y no puede optimizar la interfaz de radiocomunicaciones para requisitos de consumo de energía ultrabaja. Esto se debe principalmente a la duración de transmisión (longitud de TTI) fija (invariable) de 1 ms y al requisito del mecanismo de HARQ actual de enviar retroalimentación para cada bloque de transporte.

Actualmente se están discutiendo mejoras para la interfaz aérea móvil celular con el fin de proporcionar una latencia ultrabaja que reduzca el TTI a 0.1 ms – 0.2 ms, lo cual hace que aumente significativamente la tara de HARQ resultante. Para un requisito de baja potencia, se analizan TTI largos y una señalización reducida como alternativas de configuración. Las disposiciones conocidas no proporcionan un sistema en el que coexistan medios para baja latencia y baja potencia de manera que se use una selección dinámica entre parámetros según cada servicio con el fin de proporcionar una latencia y un consumo de potencia optimizados sin necesidad de reconfiguración.

El documento del 3GPP R1-164068 de la reunión n.º 87 del TSG RAN WG1 usa un TTI corto en combinación con un TTI heredado de 1 ms para servicios que requieren una latencia corta. El informe técnico del 3GPP TR 36.881 V14.0.0 describe el uso de TTI cortos en la sección 8.5, lo que permite el ajuste del retardo de retroalimentación pero no un ajuste del número de bloques de transporte recibidos para el cálculo de un mensaje de retroalimentación combinado.

Es un objeto de la presente invención habilitar una latencia de retroalimentación configurable al tiempo que usando la misma longitud de TTI corta y fija para todas las latencias de retroalimentación, lo que permitirá que el sistema de comunicación optimice la interfaz de radiocomunicaciones para servicios con una amplia gama de requisitos diferentes de latencia y consumo de potencia. Esta invención permite la optimización dinámica de la interfaz aérea del 5G para servicios de latencia ultrabaja y energía ultrabaja sin necesidad de una reconfiguración que consume mucho tiempo.

La presente invención proporciona un método según la reivindicación 1.

A continuación la invención proporciona además un transmisor y un receptor correspondientes que pueden ser o bien una estación base o bien un dispositivo de equipo de usuario. Se proporcionan aspectos preferidos de la invención según las reivindicaciones dependientes.

5 La invención va dirigida a un método para solicitud de repetición automática (híbrida) en un sistema de comunicación móvil, que proporciona una latencia de retroalimentación configurable al tiempo que usando la misma duración de transmisión corta y fija (el período de tiempo en el que los recursos físicos están ocupados para transmitir un bloque de transporte) para todas las latencias de retroalimentación. El método permite que el sistema de comunicación optimice dinámicamente la interfaz de radiocomunicaciones para una amplia gama de requisitos de servicio que van desde una latencia ultrabaja a un consumo de energía ultrabajo.

10 Esta invención proporciona un método para HARQ con una latencia de retroalimentación configurable. La solución proporcionada permite que el receptor genere y transmita una única información de retroalimentación combinada a partir de un número configurable de bloques de transporte recibidos y utiliza una duración de transmisión fija y muy corta (por ejemplo, 0.1 ms).

15 Uno de los aspectos de la invención es recibir bloques de transporte dentro de una duración de transmisión fija, idéntica en el tiempo y para todas las conexiones, y proporcionar información de retroalimentación en forma de información de ACK/NACK al transmisor solo cada n-ésimo bloque de transporte recibido con un valor dinámico de "n". La información de retroalimentación contiene un solo ACK/NACK combinado para todos los bloques de transporte para los cuales se envía la retroalimentación. El número "n" se selecciona según el requisito de latencia y consumo de energía del dispositivo, el abonado o los datos transmitidos (es decir, del servicio relacionado).

20 A continuación se describirán ejemplos preferidos de la invención con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la Fig. 1a es una representación esquemática de una secuencia de transmisión de HARQ convencional;

la Fig. 1b es una representación esquemática de un transmisor y un receptor de HARQ convencional;

la Fig. 2 es una representación esquemática de una secuencia de transmisión que incorpora la invención para una transmisión de baja latencia;

25 la Fig. 3 es una representación esquemática de una secuencia de transmisión que incorpora la invención para una transmisión de latencia media;

la Fig. 4 es una representación esquemática de una secuencia de transmisión que incorpora la invención para una transmisión de alta latencia;

30 la Fig. 5 es una representación esquemática de un transmisor y un receptor que utilizan múltiples procesos de HARQ para múltiples servicios de transmisión;

la Fig. 6 es una representación esquemática adicional de un transmisor y un receptor que utilizan múltiples procesos de HARQ para múltiples servicios de transmisión sobre dos canales compartidos; y

La Fig. 7 es un diagrama de secuencia de mensajes de ejemplo para implementar la invención.

35 Las Figs. 2, 3 y 4 muestran latencias de retroalimentación para diferentes configuraciones de un período de retroalimentación n.

40 La transmisión de un mensaje de retroalimentación para cada bloque de transporte recibido (período de retroalimentación "n" = 1) conduce a un tiempo de ida y vuelta muy corto, mientras que la transmisión de un mensaje de retroalimentación después de la recepción de múltiples bloques de transporte (n >> 1) conduce a una latencia de retroalimentación mayor, una tara reducida (por ejemplo, menor número de mensajes de respuesta) y, por lo tanto, un consumo de energía reducido para la transmisión en el receptor.

45 El principio de utilizar una duración de transmisión fija es beneficioso, ya que la composición de los recursos físicos (es decir, la disposición de las señales físicas y los canales físicos dentro de los recursos de tiempo-frecuencia) es la misma para todas las latencias de retroalimentación seleccionadas. Por lo tanto, no hay necesidad de reconfigurar la capa física para requisitos de latencia diferentes y sería fácil mezclar transmisiones que usan latencias de retroalimentación diferentes, por ejemplo de UE diferentes en la misma rejilla de recursos o del mismo UE y servicios diferentes.

Además de la capacidad de una latencia de retroalimentación configurable, esta invención ofrece características adicionales para adaptar el método de retroalimentación a las necesidades del servicio. Por lo tanto, se describen diferentes métodos para generar la información de retroalimentación para n bloques de transporte recibidos.

50 1) Dominante ante el error: solo en caso de que no se detecte ningún error dentro de todos los bloques de transporte del período de retroalimentación seleccionado, el receptor transmite un ACK. De lo contrario, se transmite un NACK. Este método ahorra recursos de señalización para configurar la generación de la retroalimentación, ya que solo se necesita señalar la longitud del período de retroalimentación "n" (es decir, el número de bloques de transporte que

se considerarán para la retroalimentación combinada).

2) Activada por error: el receptor transmitirá un mensaje de ACK después de que se haya recibido sin errores la totalidad de los "n" bloques dentro del período de retroalimentación. En caso de que se detecte un error después de $x \leq n$ bloques de transporte, se transmite un NACK inmediatamente, es decir, antes de que se reciba el número seleccionado de bloques de transporte "n". Este método es beneficioso ya que reduce la latencia causada por retransmisiones, mientras que la tara de señalización de retroalimentación es baja en el caso de recepciones sin errores. La tara aumenta sistemáticamente con el aumento de la tasa de error. Esta alternativa tiene una buena característica adicional: si el uso de la retroalimentación "activada por error" está configurada, es decir, es fija y conocida por el receptor y el transmisor, y la información de retroalimentación se transmite con suficiente fiabilidad de transmisión, entonces un acuse de recibo negativo después de m bloques de transporte es un ACK implícito para los (m-1) bloques de transporte anteriores y solo solicita la retransmisión del bloque de transporte m-ésimo.

3) Con conocimiento de la tolerancia a errores: el receptor ha obtenido la tolerancia a errores del servicio relacionado para la transmisión actual. En caso de que la relación de bloques de transporte erróneos con respecto a bloques sin errores dentro del período de retroalimentación esté por debajo de la tolerancia a errores, se transmite un ACK. De lo contrario, se transmite un NACK. Este método es beneficioso ya que se deben enviar menos retransmisiones, lo que reducirá adicionalmente la tara del método de ARQ. Esta alternativa se puede combinar con la alternativa activada por error, de modo que solo se envíe un acuse de recibo negativo después de que se haya recibido un bloque de transporte erróneo con el que el número de bloques de transporte erróneos recibidos supere la tolerancia a errores del servicio.

El procedimiento de HARQ de la invención es diferente al procedimiento de HARQ aplicado por el LTE.

En primer lugar, el número de procesos de HARQ "H" utilizados para transmitir datos de un servicio es variable y depende del período de retroalimentación seleccionado. En caso de que el período de retroalimentación sea pequeño, se utiliza un número mayor de procesos de HARQ (por ejemplo, $n=1$ y $H=16$). Esto se hace porque la relación entre el "tiempo de ida y vuelta" y el "período de retroalimentación" es alta en este caso, es decir, el proceso de envío de HARQ tiene que esperar un tiempo relativamente grande después de la transmisión de los datos para la retroalimentación relacionada. "Relativamente" en este caso se refiere a la relación del tiempo de transmisión de datos con respecto al tiempo de espera para recibir retroalimentación. Por lo tanto, se requieren muchos procesos de HARQ paralelos para permitir un flujo continuo de datos fluido mientras los procesos están a la espera de retroalimentación.

Si se selecciona un período de retroalimentación largo, se utiliza un número menor de procesos de HARQ (por ejemplo, $n=10$ y $H=2$), porque el emisor puede continuar con el envío de paquetes en un solo proceso hasta que se envíe el paquete n-ésimo, es decir, cada proceso permite un flujo de paquetes constante para n paquetes, lo que permite períodos más largos para que otros procesos reciban retroalimentación. Por lo tanto, un primer proceso de HARQ se sitúa a la espera de retroalimentación después de que se hayan transmitido n paquetes y el segundo proceso de HARQ garantizará un flujo continuo de datos fluido para futuras transmisiones durante el tiempo suficiente para que llegue la retroalimentación del primer proceso. Este número menor de procesos de HARQ reducirá la complejidad en el emisor y el receptor y, por lo tanto, reduce el consumo de energía.

En segundo lugar, las conexiones desde o hacia un dispositivo específico con diferentes necesidades de servicio utilizarán un conjunto diferente de procesos de HARQ. Esto se hace para proporcionar simultáneamente diferentes propiedades de latencia y de consumo de energía, ya que cada conjunto de los procesos de HARQ inventivos proporciona una cierta latencia de retroalimentación y un nivel relacionado de consumo de energía.

La arquitectura de HARQ se representa en la Fig. 5. Esta muestra, como ejemplo, dos grupos de procesos de HARQ "g", etiquetados A y B respectivamente. Cada grupo de procesos de HARQ ofrece un conjunto diferente de parámetros de QoS. El principio de estos grupos de procesos de HARQ es que se mapeen canales lógicos a aquel grupo de procesos de HARQ cuyos parámetros relacionados "período de retroalimentación" y "número de procesos de HARQ" sean adecuados para proporcionar los parámetros de QoS de los canales lógicos. En el ejemplo preferido, el número de procesos de HARQ "H" de cada grupo de procesos de HARQ es fijo mientras que el "período de retroalimentación" es configurable. Los grupos de procesos de HARQ con un número pequeño de procesos de HARQ permiten un período de retroalimentación más prolongado y viceversa. El transmisor selecciona un grupo de procesos de HARQ cuyo intervalo de período de retroalimentación puede cumplir con los requisitos de latencia. Si se califican varios grupos de procesos de HARQ, preferirá los grupos de procesos de HARQ con el consumo de energía más bajo. Un número menor de procesos de HARQ conduce a un menor consumo de energía del transmisor y el receptor.

La Tabla 1 proporciona ejemplos de combinaciones que pueden implementarse:

Tabla 1

Número de procesos de HARQ "H"	2	4	8	16
Intervalo de período de retroalimentación "n"	8 - 32	4 - 16	2 - 8	1 - 4

En el ejemplo de la Fig. 5, el grupo A usa dos procesos de HARQ (1 y 2) y está configurado con un período de retroalimentación largo $n_A = 10$, mientras que el grupo B usa cuatro procesos de HARQ (3, 4, 5 y 6) y está configurado con un período de retroalimentación medio $n_B = 5$. Todos los procesos de HARQ se mapean con el mismo canal compartido. Un multiplexor MUX decide qué grupo de procesos de HARQ "g" debe usarse para cada bloque de transporte. Esto se hace en función de los parámetros configurados para el servicio o canal lógico desde el que se origina el bloque de transporte. El multiplexor indica el grupo de HARQ seleccionado a la instancia de HARQ (a través de la línea de puntos entre MUX y HARQ en la Fig. 5).

El principio de multiplexación se realiza con medios bien conocidos, por ejemplo transmitiendo primero los datos con mayor prioridad, si no hay más datos de mayor prioridad en espera de transmisión, se transmitirán los datos con menor prioridad, los bloques de transporte del mismo grupo de procesos de HARQ se mapean con el mismo proceso de HARQ, hasta que se ha transmitido el número configurado "n" de bloques de transporte. A continuación, los siguientes "n" bloques de transporte se mapearán con el siguiente proceso de HARQ del mismo grupo de procesos de HARQ. Es decir, los primeros 10 ($n_A = 10$) bloques de transporte del grupo de procesos de HARQ A se mapearán con el proceso de HARQ 1 y los primeros 5 ($n_B = 5$) bloques de transporte del grupo de procesos de HARQ B se mapearán con el proceso de HARQ 3. Suponiendo que están a la espera de transmisión 10 bloques de transporte de mayor prioridad para el grupo de procesos de HARQ B y 10 bloques de transporte de menor prioridad para el grupo de procesos de HARQ A, el orden final de los procesos de HARQ en el canal compartido es el siguiente (comenzando con el primer paquete transmitido):

3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, ...

En aras de la simplicidad, el receptor de la Fig. 5 (y 6) no se muestra con todo detalle. Los elementos son análogos a los elementos del transmisor.

Para la demultiplexación correcta de los bloques de transporte y la generación de retroalimentación en el receptor, se requiere que el receptor conozca el grupo de procesos de HARQ relacionado de cada bloque de transporte y el período de retroalimentación configurado para este grupo de procesos de HARQ. Por lo tanto, el período de retroalimentación puede ser fijo (por ejemplo, definido en un estándar) o puede indicarse o negociarse antes de la primera transmisión al receptor. El número de proceso de HARQ se obtiene de forma autónoma por parte del transmisor y del receptor, incrementándolo en 1 después de la transmisión/recepción del número "n" de bloques de transporte configurado. La numeración se restablecerá a "1", si el número nuevo supera el número configurado de procesos de HARQ.

Además, se requiere indicar el grupo de procesos de HARQ relacionado para cada bloque de transporte. Este modo se denomina modo "híbrido" en esta memoria descriptiva, ya que requiere la obtención autónoma del número de proceso de HARQ dentro de un grupo de procesos de HARQ en el transmisor y el receptor sin señalización, y señalización explícita del grupo de procesos de HARQ.

Alternativamente, también se puede aplicar un modo de HARQ asíncrono (no se muestra en la Fig. 5), donde cada bloque de transporte incluye el número de proceso de HARQ actual. En este caso, es suficiente con indicar o negociar el mapeo de grupos de procesos de HARQ con números de proceso de HARQ antes de la primera transmisión al receptor, o simplemente fijarlo. La longitud del período de retroalimentación se puede indicar implícitamente, cambiando el número de proceso de HARQ utilizado para el grupo de procesos de HARQ relevante en el bloque de transporte transmitido. La recepción de un bloque de transporte con un número de proceso de HARQ diferente del número de proceso del bloque de transporte anterior activará la transmisión de retroalimentación por parte del receptor. Esto es beneficioso ya que permite un cambio dinámico de la longitud del período de retroalimentación después de cada bloque de transporte y, por lo tanto, proporciona una manera fácil de adaptar la transmisión a cambios de los requisitos de QoS.

Además, ambos modos permiten una asignación dinámica e individual de los recursos del canal compartido a los grupos de procesos de HARQ y, por lo tanto, por ejemplo, la velocidad de datos puede mejorarse temporalmente para un determinado grupo de procesos de HARQ, sin necesidad de reconfigurar el canal compartido. Esto puede hacerlo la entidad MUX. Por ejemplo si los bloques de transporte de A deben obtener una velocidad de datos mejorada temporalmente, el multiplexor transmitirá más bloques de transporte que se relacionan con A mientras retiene los bloques de transporte para los otros grupos de procesos de HARQ.

En la Fig. 6 se representa otro ejemplo de la arquitectura de HARQ inventiva.

Este ejemplo muestra tres grupos de procesos de HARQ A, B y C y, por lo tanto, ofrece tres conjuntos diferentes de QoS. Además, el ejemplo muestra una configuración de dos canales compartidos para los datos y dos canales de control relacionados para la retroalimentación de HARQ. Los grupos de procesos de HARQ B y C se mapean con el canal compartido n.º 1, usando el modo híbrido como se ha descrito anteriormente (véase la Fig. 5) y el proceso de HARQ A se mapea exclusivamente con el canal compartido n.º 2, mientras que el mapeo síncrono se aplica como se representa en la figura 6. Sin embargo, también es posible el mapeo asíncrono para algunos o todos los grupos de procesos de HARQ. Este mapeo con un Canal Compartido independiente es beneficioso, si la QoS requerida necesita medios adicionales para su cumplimiento, por ejemplo si se requiere una latencia ultrabaja, se puede usar un canal compartido especial además de la configuración con el período de retroalimentación más bajo para reducir aún más la latencia. O,

en otro ejemplo, si se requiere un consumo de energía ultrabajo, se puede usar otro canal compartido especial además de la configuración con un período de retroalimentación muy largo para reducir aún más el consumo de energía.

A continuación se describirán los pasos para establecer una sesión de HARQ al tiempo que teniendo en cuenta la tolerancia a errores y los requisitos de latencia del servicio. Se supone que ya se ha establecido una conexión, que utiliza el grupo de procesos de HARQ A con 2 procesos de HARQ 1 y 2 y el período de retroalimentación de $n_A = 10$. Se ha configurado el modo de retroalimentación "con conocimiento de la tolerancia a errores" con una "tolerancia a errores de bit" (BET) = 10^{-2} para A y la estación base ha reservado los recursos de retroalimentación requeridos. Para ello se ha considerado el período de retroalimentación, es decir, cada vez que se requiere retroalimentación el recurso de retroalimentación está disponible. Además, el grupo de procesos de HARQ B está configurado con cuatro procesos de HARQ 3 a 6 y $n_B = 5$. El grupo de procesos de HARQ B no se utiliza en este momento. Por lo tanto, no se reservan recursos de retroalimentación. Se supone que el mapeo de procesos de HARQ con grupos de procesos de HARQ es fijo, mientras que el período de retroalimentación y la BET para cada grupo de procesos de HARQ son configurables por el transmisor. El flujo de mensajes se representa en la Fig. 7, correspondiéndose la numeración de los pasos con lo siguiente:

1. El transmisor recibe una solicitud para transmitir datos. Incluye detalles sobre la demanda de QoS del servicio relacionado, por ejemplo retardo máximo, demanda de consumo de energía y tolerancia a errores. En su ejemplo, los requisitos de QoS solicitados son "retardo medio", "consumo de energía medio"

2. El transmisor selecciona un grupo de procesos de HARQ que es capaz de cumplir con los requisitos de QoS de la solicitud recibida. En este ejemplo, se requiere un período de retroalimentación "n" entre 3 y 5. Verifica qué grupo de procesos de HARQ es adecuado y utilizará los procesos de HARQ relacionados. Si se encontró un grupo de procesos de HARQ coincidente y no se requiere reconfiguración, a continuación se lleva a cabo el paso 5 (se saltan los pasos 3 y 4). Si las configuraciones actuales de los grupos de procesos de HARQ disponibles no pueden proporcionar la QoS solicitada, el transmisor puede decidir reconfigurar un grupo de procesos de HARQ, por ejemplo cambiando el período de retroalimentación. Solo en caso de que se deban cambiar los parámetros de HARQ, se llevan a cabo los siguientes dos pasos. Si el grupo de procesos de HARQ seleccionado para la solicitud actual no se utilizó anteriormente, la estación base ahora reservará los recursos de retroalimentación necesarios.

3. (solo si se requiere una reconfiguración de HARQ) El transmisor ha decidido reconfigurar el grupo de procesos de HARQ B. En este ejemplo, cambia n_B a 2 ya que este es el valor máximo para cumplir con los requisitos de latencia actuales. Por lo tanto, el transmisor transmite la configuración de HARQ con $n_B = 2$ al receptor. Además, dentro de este mensaje pueden transmitirse el modo de mapeo y el modo de retroalimentación (incluido el valor de tolerancia a errores de bit, si corresponde). En este ejemplo esto no es necesario ya que el modo de mapeo siempre es "híbrido" y se debe usar el modo de retroalimentación configurado anteriormente.

4. (solo si se requiere una reconfiguración de HARQ) El receptor configura la HARQ con los parámetros recibidos, es decir, configura el grupo de procesos de HARQ B con un período de retroalimentación $n_B = 2$.

5. El transmisor transmite bloques de transporte y el receptor transmite retroalimentación según las configuraciones actuales. Se aplica el modo de mapeo híbrido, es decir, el transmisor incluye el grupo de procesos de HARQ en cada bloque de transporte y el transmisor y el receptor aumentarán de forma autónoma el número de proceso de HARQ en 1, después de que el número configurado n de bloques de transporte se haya transmitido, respectivamente, recibido. El receptor transmite retroalimentación para A después de la recepción de 10 bloques de transporte de A. Como está configurado el método de retroalimentación "con conocimiento de la tolerancia a errores", el receptor calcula la tolerancia a errores de paquete (PET) a partir de la tolerancia a errores de bit (BET) recibida. Por lo tanto, multiplica el número de bits por bloque de transporte por el valor de BET. Suponiendo que un bloque de transporte está compuesto por 10 bits, la PER es $10 \times \text{BER} = 10^{-1}$. El receptor ahora calcula la tasa actual de errores de paquete resumiendo el número de bloques de transporte erróneos y dividiendo la suma por el número de bloques de transporte dentro de un período de retroalimentación $n_A=10$. Si el resultado es inferior o igual a la PER, se transmite un ACK, en caso contrario, un NACK. En este ejemplo, un bloque de transporte erróneo dentro del período de retroalimentación conduce a una PER tolerable de 10^{-1} . Por lo tanto, el receptor transmite un ACK en caso de que un o ningún bloque de transporte sea erróneo y un NACK en caso contrario. Para B, la retroalimentación se transmite después de la recepción de dos bloques de transporte de B. Se transmite un NACK si se detectó un error en uno o más bloques de transporte, un ACK en caso contrario. Los recursos de retroalimentación o bien se conocen implícitamente, por ejemplo se refieren a los recursos del canal compartido, o bien se indican explícitamente al receptor.

6. El transmisor detecta cambios en los requisitos de QoS, por ejemplo en el requisito de latencia o consumo de energía. En este ejemplo, un servicio actualmente operado por el grupo de procedimientos de HARQ A requiere una latencia más corta. El transmisor verifica si existe otro grupo de procesos de HARQ actualmente en uso con parámetros coincidentes. El grupo de procedimientos de HARQ B ofrece una latencia menor ($n_B=2$ frente a $n_A=10$). Si esto es suficiente para el nuevo requisito, el transmisor simplemente utilizará a partir de ahora el grupo de procesos de HARQ B para los bloques de transporte del servicio relacionado, es decir, los bloques de transporte ahora se marcan con B en lugar de A. En este caso, los siguientes dos pasos no se requieren. Si el grupo de procesos de HARQ A ya no está en uso, se liberarán los recursos de retroalimentación relacionados.

7. (solo si se requiere una reconfiguración de HARQ) En otro ejemplo, el receptor decide reconfigurar el grupo de procesos de HARQ A a $n_A = 5$ para que coincida con los nuevos requisitos de QoS. Configura el grupo de procesos de HARQ A del transmisor de manera correspondiente e indicará el nuevo parámetro $n_A=5$ al receptor. Además, adaptará los recursos de retroalimentación al período de retroalimentación nuevo.

5 8. (solo si se requiere una reconfiguración de HARQ) El receptor aplica la configuración de HARQ modificada, es decir, transmitirá retroalimentación después de recibir 5 bloques de transporte de A.

Los ejemplos anteriores asumen un mapeo fijo de procesos de HARQ con grupos de procesos de HARQ.

Esto es ventajoso ya que minimiza la señalización para configurar este mapeo y permite el uso de un *hardware* optimizado. Es el ejemplo preferido.

10 En otro ejemplo, este mapeo es flexible y configurable. Es decir, el transmisor configura dinámicamente el número de procesos de HARQ para cada grupo de procesos de HARQ según sea necesario. Por ejemplo, puede añadir o eliminar procesos de HARQ de un grupo de procesos de HARQ determinado o puede añadir o eliminar uno o más grupos de procesos de HARQ completos. Esto implica que el número de procesos de HARQ en conjunto es variable y permite liberar procesos de HARQ, si no se utilizan. Sin embargo, esta flexibilidad de configuración requiere la necesidad de
15 indicar la configuración de HARQ actual en el establecimiento de la conexión, especialmente el mapeo de procesos de HARQ con grupos de procesos de HARQ.

Pueden diseñarse reglas para la selección de parámetros de HARQ.

Por ejemplo, el transmisor puede seleccionar la configuración de HARQ según las siguientes reglas:

20 i) Considerará las necesidades de QoS, especialmente la latencia, el consumo de energía y la tolerancia a errores, para la configuración de la HARQ

ii) Seleccionará un período de retroalimentación más pequeño, si la necesidad de latencia es pequeña y viceversa

iii) Seleccionará un período de retroalimentación largo, si el requisito de consumo de energía requiere un consumo de energía bajo y viceversa.

25 iv) Una vez que se seleccionan los parámetros, el transmisor valida si un grupo de procesos de HARQ coincidente ya está en uso y asignará los bloques de transporte nuevos al grupo de procesos de HARQ existente.

v) Si no existe ningún grupo de procesos de HARQ coincidente, se establece uno nuevo.

vi) El transmisor está reservando los recursos de retroalimentación según el período de retroalimentación. Si el período de retroalimentación cambia, los recursos de retroalimentación se adaptan al período de retroalimentación nuevo. Los recursos no utilizados serán liberados.

30

REIVINDICACIONES

5 1. Método llevado a cabo por un dispositivo para proporcionar latencia de retroalimentación configurable en un sistema de comunicación en el que se envía un mensaje de información de retroalimentación después de la recepción de una transmisión de datos, comprendiendo el método transmitir un único mensaje de información de retroalimentación combinado después de recibir un número configurable de bloques de transporte recibidos, siendo generado el mensaje de información de retroalimentación según un método seleccionado de:

i) generar el mensaje de información de retroalimentación después de que se hayan recibido todos los bloques de transporte del número configurable de bloques de transporte;

10 ii) generar el mensaje de información de retroalimentación después de que se hayan recibido todos los bloques de transporte del número configurable de bloques de transporte si todos los bloques de transporte se reciben sin errores, si no, generar el mensaje de información de retroalimentación después de recibir un bloque de transporte que contiene un error; y

15 iii) generar el mensaje de información de retroalimentación positiva, ACK, si una relación de bloques de transporte erróneos con respecto a bloques de transporte sin errores dentro de un período de retroalimentación es menor que un valor predeterminado, si no, generar el mensaje de información de retroalimentación negativa, NACK,

en donde el mensaje de información de retroalimentación combinado único contiene uno de un mensaje de información de retroalimentación positiva, ACK, y un mensaje de información de retroalimentación negativa, NACK, y el cual indica una recepción correcta del número configurable de bloques de transporte recibidos

20 y en donde se selecciona un grupo de procesos de solicitud de repetición automática híbrida, HARQ, para transmitir el número configurable de bloques de transporte de un servicio de transmisión dado con un requisito de latencia, en donde el grupo de procesos de HARQ seleccionado es el grupo de procesos de HARQ que tiene el menor número de procesos de HARQ dentro de un conjunto de grupos de procesos de HARQ seleccionables cuyo intervalo de período de retroalimentación es capaz de cumplir con el requisito de latencia del servicio de transmisión dado.

25 2. Método según la reivindicación 1, en donde se recibe una pluralidad de bloques de transporte y el mensaje de información de retroalimentación combinado proporciona retroalimentación para la pluralidad de bloques de transporte.

30 3. Dispositivo de un sistema de comunicaciones móviles para transmitir datos a un receptor utilizando un servicio de transmisión, transmitiéndose los datos en bloques de transporte, en donde el dispositivo está dispuesto para transmitir un número configurable de bloques de transporte antes de recibir un único mensaje de información de retroalimentación combinado del receptor que contiene uno de un mensaje de información de retroalimentación positiva, ACK, y un mensaje de información de retroalimentación negativa, NACK, e informa al transmisor sobre la recepción correcta del número configurable de bloques de transporte en el receptor, generándose el mensaje de información de retroalimentación según un método seleccionado de:

i) generar el mensaje de información de retroalimentación después de que se hayan recibido todos los bloques de transporte del número configurable de bloques de transporte;

35 ii) generar el mensaje de información de retroalimentación después de que se hayan recibido todos los bloques de transporte del número configurable de bloques de transporte si todos los bloques de transporte se reciben sin errores, si no, generar el mensaje de información de retroalimentación después de recibir un bloque de transporte que contiene un error; y

40 iii) generar el mensaje de información de retroalimentación positiva, ACK, si una relación de bloques de transporte erróneos con respecto a bloques de transporte sin errores dentro de un período de retroalimentación es menor que un valor predeterminado, si no, generar el mensaje de información de retroalimentación negativa, NACK,

45 y en donde se selecciona un grupo de procesos de solicitud de repetición automática híbrida, HARQ, para transmitir el número configurable de bloques de transporte de un servicio de transmisión dado con un requisito de latencia, en donde el grupo de procesos de HARQ seleccionado es el grupo de procesos de HARQ que tiene el menor número de procesos de HARQ dentro de un conjunto de grupos de procesos de HARQ seleccionables cuyo intervalo de período de retroalimentación es capaz de cumplir con el requisito de latencia del servicio de transmisión dado.

4. Dispositivo según la reivindicación 3, en donde el dispositivo es un dispositivo de equipo de usuario.

5. Dispositivo según la reivindicación 3, en donde el dispositivo es una estación base.

50 6. Dispositivo de un sistema de comunicaciones móviles para recibir datos transmitidos por un transmisor en bloques de transporte, estando dispuesto el dispositivo para transmitir un único mensaje de información de retroalimentación combinado al transmisor después de recibir un número configurable de bloques de transporte, en donde el mensaje de información de retroalimentación combinado único contiene uno de un mensaje de información de retroalimentación positiva, ACK, y un mensaje de información de retroalimentación negativa, NACK, y el cual indica una recepción correcta del número configurable de bloques de transporte recibidos, generándose el mensaje de información de

retroalimentación según un método seleccionado de:

i) generar el mensaje de información de retroalimentación después de que se hayan recibido todos los bloques de transporte del número configurable de bloques de transporte;

5 ii) generar el mensaje de información de retroalimentación después de que se hayan recibido todos los bloques de transporte del número configurable de bloques de transporte si todos los bloques de transporte se reciben sin errores, si no, generar el mensaje de información de retroalimentación después de recibir un bloque de transporte que contiene un error; y

10 iii) generar el mensaje de información de retroalimentación positiva, ACK, si una relación de bloques de transporte erróneos con respecto a bloques de transporte sin errores dentro de un período de retroalimentación es menor que un valor predeterminado, si no, generar el mensaje de información de retroalimentación negativa, NACK,

15 y en donde se selecciona un grupo de procesos de solicitud de repetición automática híbrida, HARQ, para transmitir el número configurable de bloques de transporte de un servicio de transmisión dado con un requisito de latencia, en donde el grupo de procesos de HARQ seleccionado es el grupo de procesos de HARQ que tiene el menor número de procesos de HARQ dentro de un conjunto de grupos de procesos de HARQ seleccionables cuyo intervalo de período de retroalimentación es capaz de cumplir con el requisito de latencia del servicio de transmisión dado.

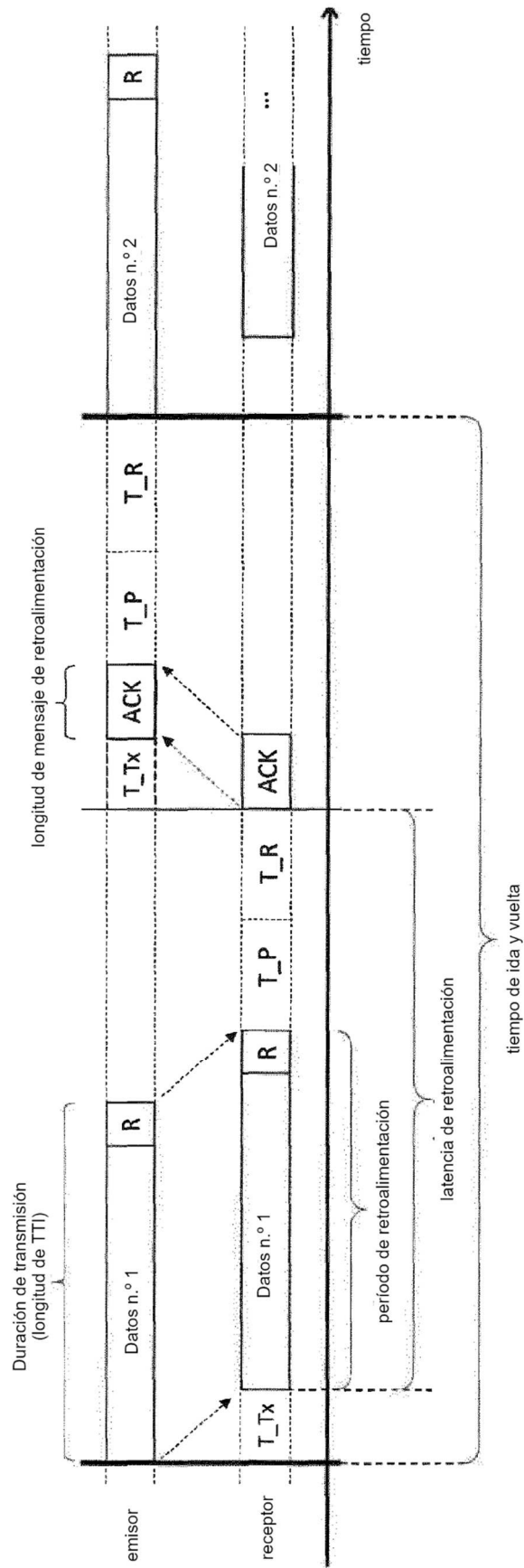


Fig. 1a

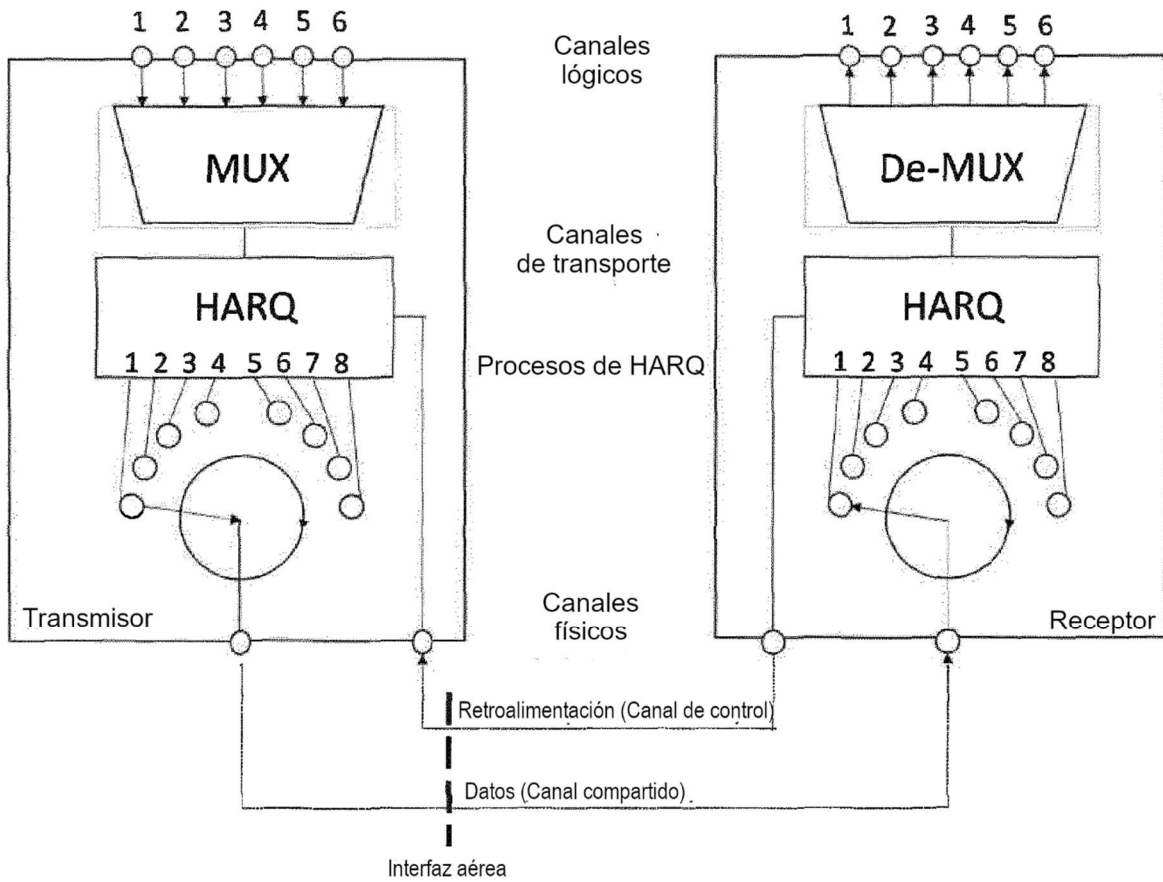


Fig. 1b

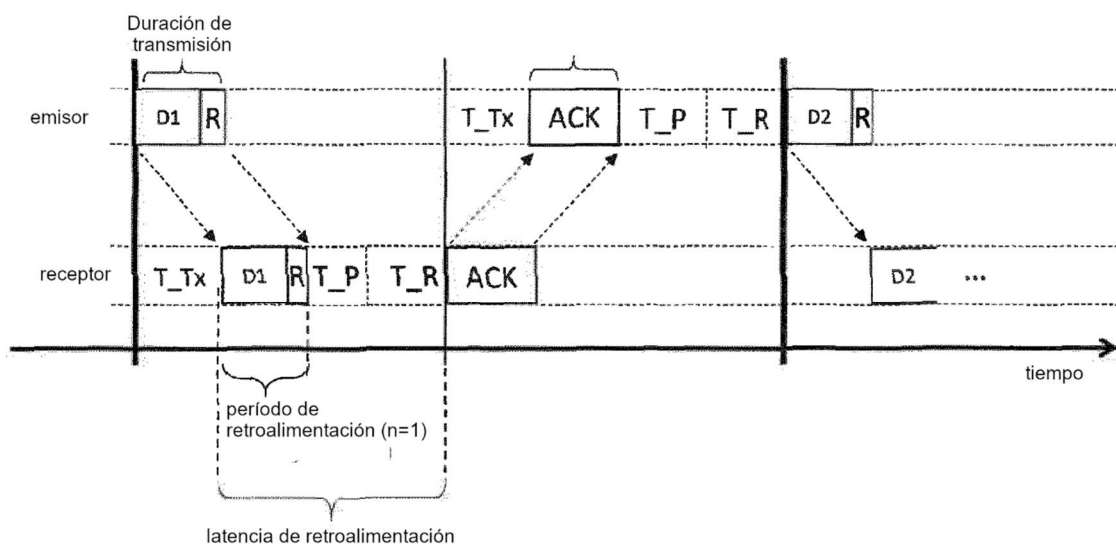


Fig. 2

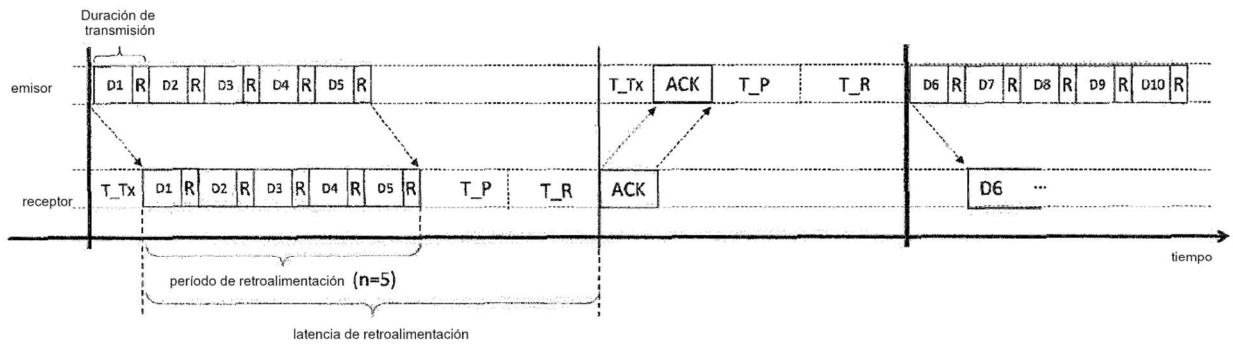


Fig. 3

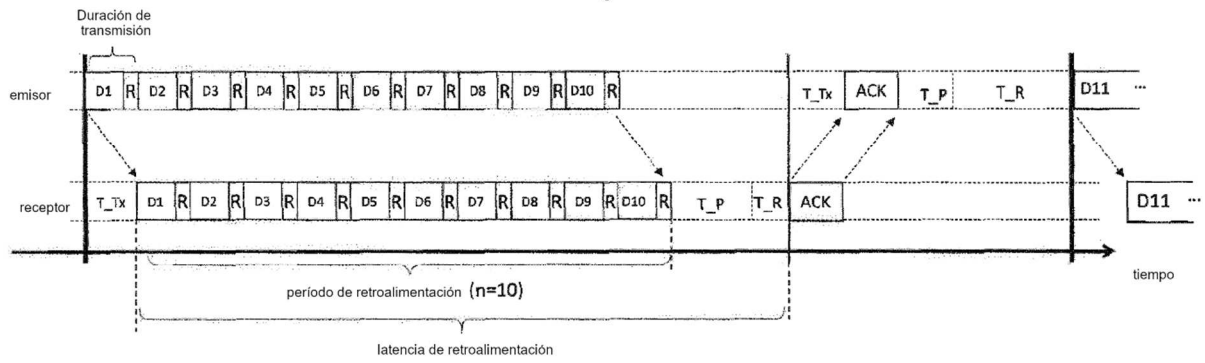


Fig. 4

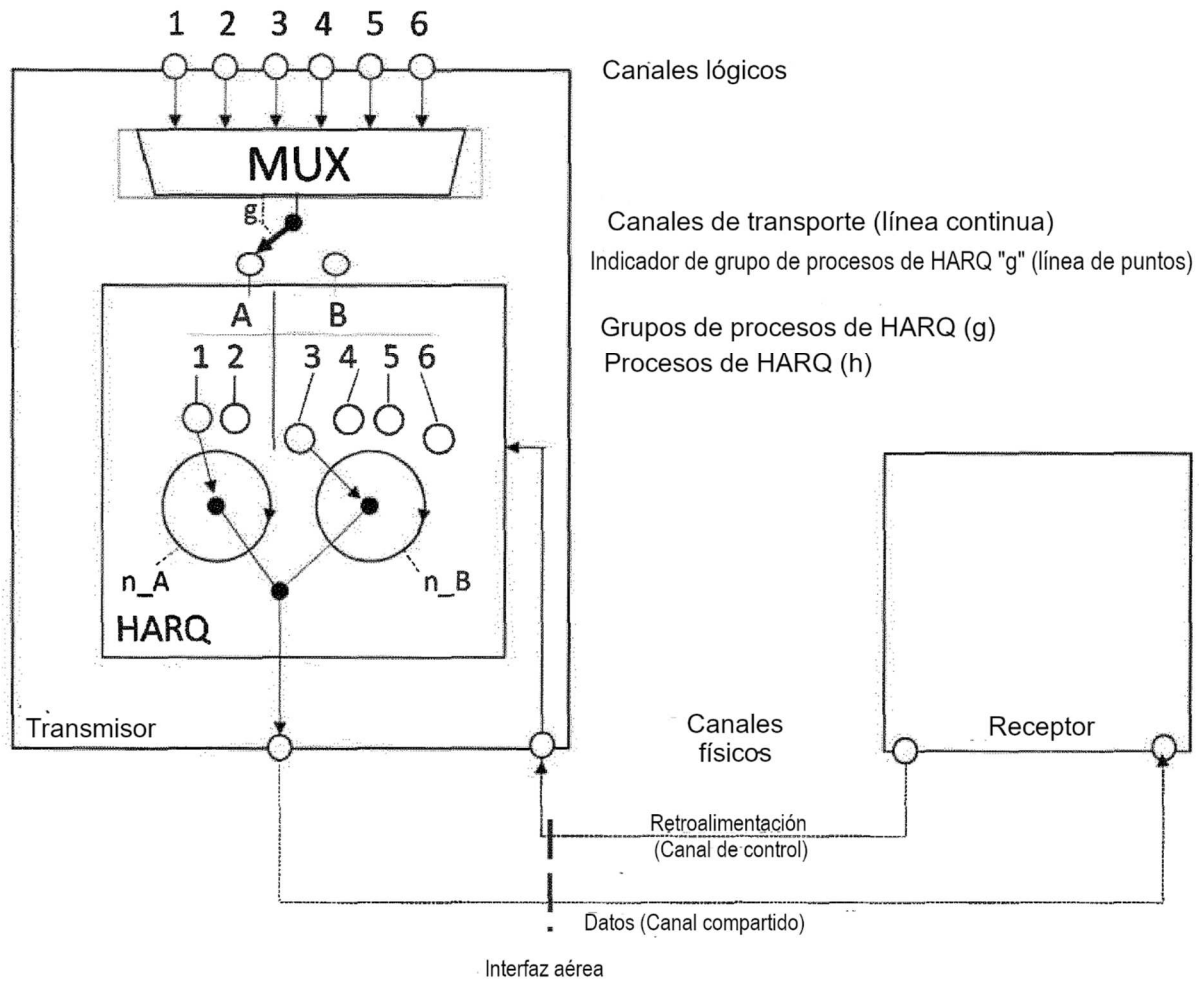


Fig. 5

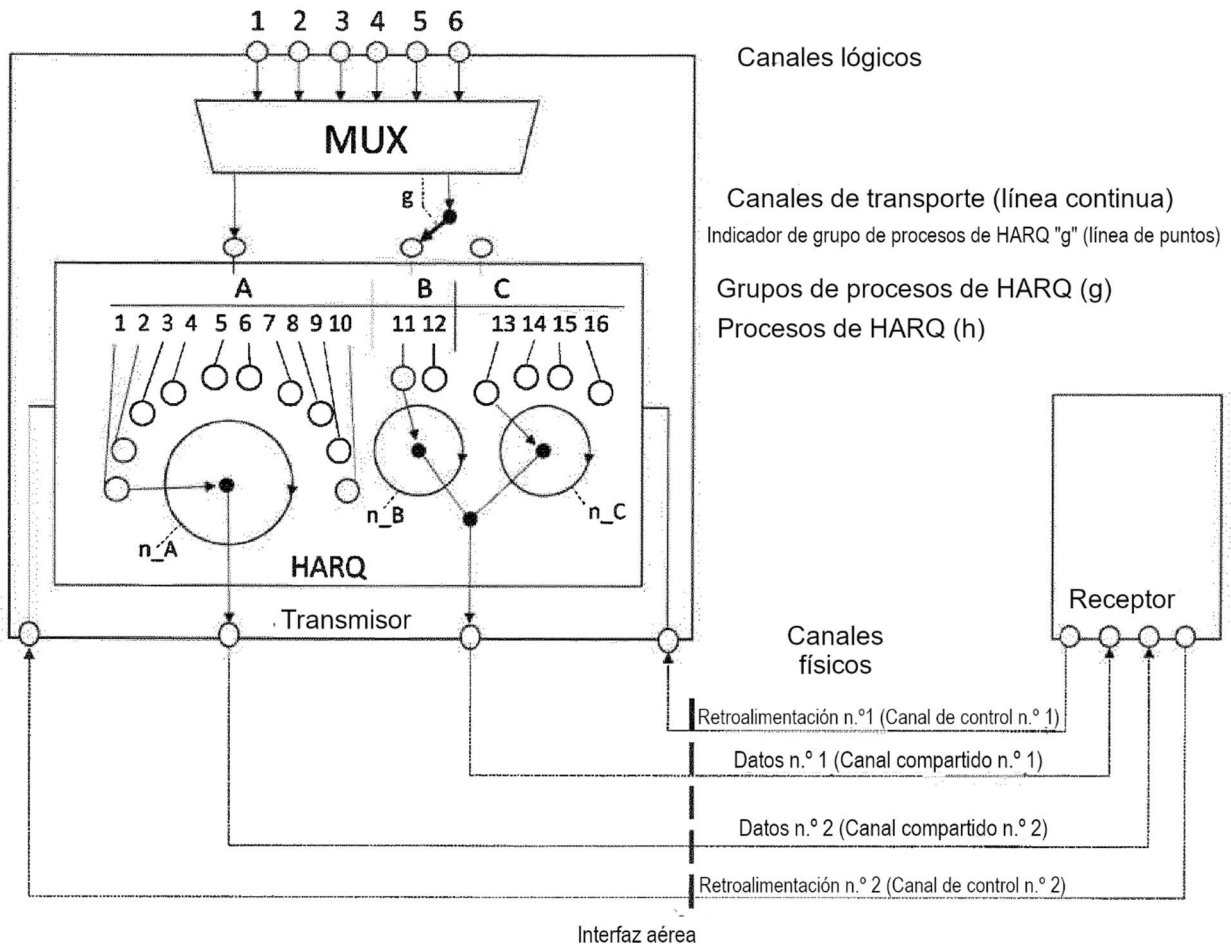


Fig. 6

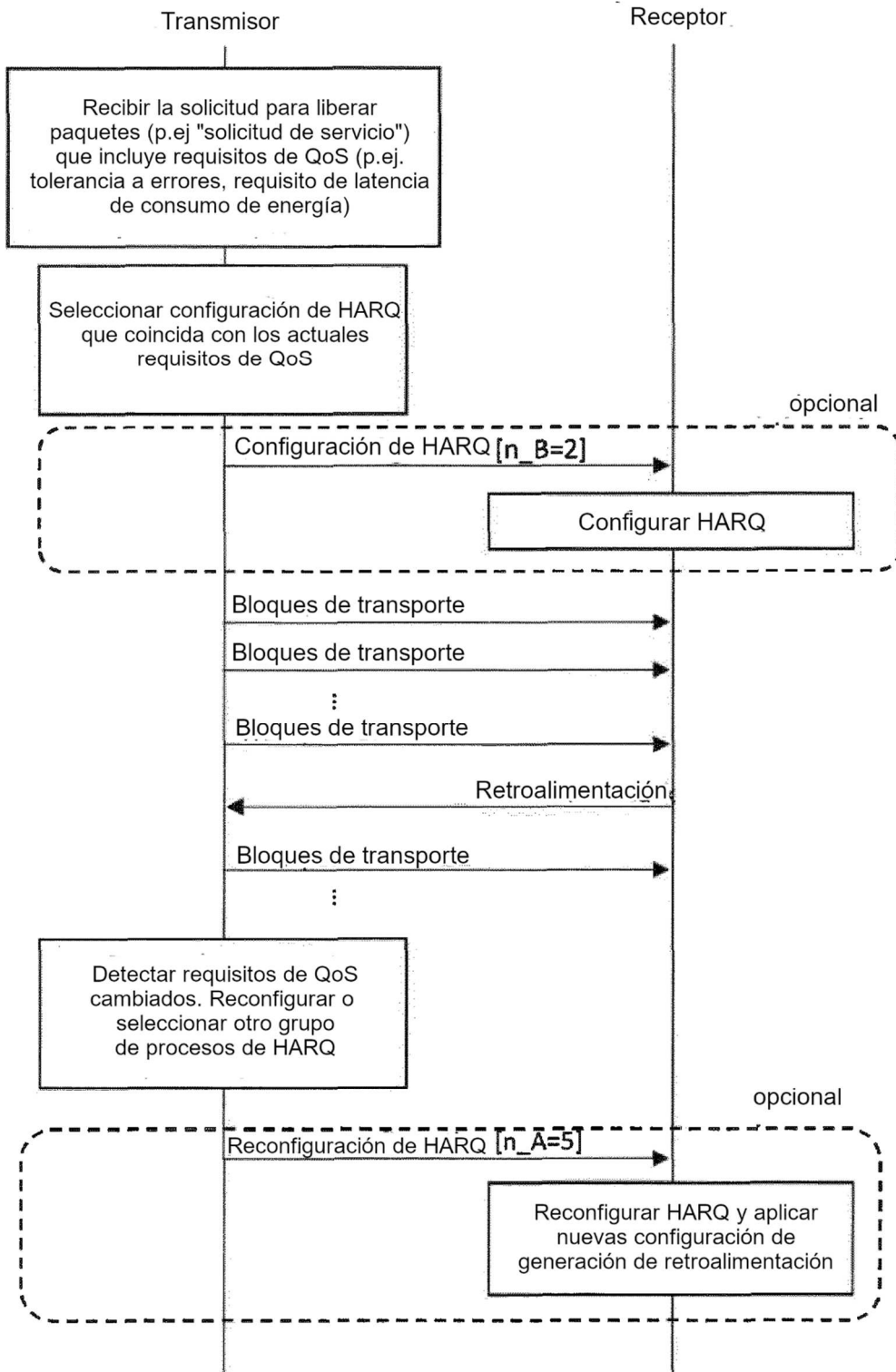


Fig. 7