

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 596 264**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2008** E 13181838 (7)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016** EP 2675095

54 Título: **Método y disposición en un sistema de telecomunicación**

30 Prioridad:

**30.06.2008 US 76899 P**

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

**05.01.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ASTELY, DAVID;  
HU, YANG;  
WAN, LEI y  
LARSSON, DANIEL**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 596 264 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

Método y disposición en un sistema de telecomunicación

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un método y una disposición en una estación de base, y a un método y una disposición en un terminal móvil. En particular, se refiere a la gestión de un mensaje de "ACK"/"NAK" proporcionado a la estación de base por el terminal.

**Antecedentes**

10 Un requisito clave en la Evolución a Largo Plazo (LTE) que está siendo actualmente estandarizada en 3GPP, es la flexibilidad de frecuencia, y para este propósito, están siendo soportados anchos de banda de la portadora de entre 1,4 MHz y 20 MHz, tanto en división de frecuencia dúplex (FDD) como en división de tiempo dúplex (TDD), de modo que se pueden usar ambos espectros pareados y no pareados. Para FDD, el enlace descendente (DL), es decir, el enlace desde las estaciones de base hasta los terminales móviles, y el enlace ascendente (UL), es decir, el enlace desde los terminales móviles hasta las estaciones de base, utilizan diferentes frecuencias y pueden transmitir por lo tanto de forma simultánea. Para TDD, el enlace ascendente y el enlace descendente utilizan la misma frecuencia y no pueden transmitir simultáneamente. El enlace ascendente y el enlace descendente pueden compartir sin embargo el tiempo de una manera flexible, y mediante asignación de cantidades de tiempo diferentes, tal como el número de subtramas de una trama de radio, al enlace ascendente y al enlace descendente, es posible adaptarse al tráfico asimétrico y a las necesidades de recursos en el enlace ascendente y en el enlace descendente.

20 La asimetría citada anteriormente conduce también a una diferencia significativa entre FDD y TDD. Mientras que para FDD está disponible el mismo número de subtramas de enlace ascendente y de enlace descendente durante una trama de radio, para TDD el número de subtramas de enlace ascendente y de enlace descendente puede ser diferente. Una de las muchas consecuencias de todo esto consiste en que en FDD, un terminal móvil puede enviar siempre retroalimentación en respuesta a una asignación de recursos de DL en una subtrama de UL sujeta a un cierto retardo de procesamiento fijo. En otras palabras, cada subtrama de DL puede ser asociada a una subtrama de UL posterior específica para la generación de una retroalimentación de manera que esta asociación sea *una a una*, es decir, a cada una de las subtramas de UL se asocia exactamente una subtrama de DL. Para TDD, sin embargo, puesto que el número de subtramas de UL y de DL durante una trama de radio puede ser diferente, no resulta posible en general construir una asociación tal de *una a una*. Para el caso típico con más subtramas de DL que subtramas de UL, es más bien que las retroalimentaciones de respuesta desde varias subtramas de DL deben ser transmitidas en cada subtrama de UL.

35 En LTE, una trama de radio de 10 ms de duración está dividida en diez subtramas, cada una de ellas de 1 ms de duración. En caso de TDD, se puede asignar una subtrama a enlace ascendente o a enlace descendente, es decir la transmisión de enlace ascendente y de enlace descendente no puede ocurrir al mismo tiempo. Además, cada trama de radio de 10 ms se divide en dos subtramas de 5 ms de duración, donde cada semi-trama comprende cinco subtramas.

40 La primera subtrama de una trama de radio es asignada siempre a transmisión de DL. La segunda subtrama es una subtrama especial y se divide en tres campos especiales, a saber, DwPTS, GP y UpPTS, con una duración total de 1 ms. UpPTS se usa para transmisión de enlace ascendente de señales de referencia de sonido y, si está configurada adecuadamente, de recepción de un preámbulo de acceso aleatorio más corto. No se pueden transmitir datos o señalización de control en UpPTS. GP se usa para crear un período de seguridad entre períodos de subtramas de DL y de UL, y puede estar configurada de modo que tenga diferentes longitudes con el fin de evitar interferencias entre UL y DL, y típicamente se elige en base al radio de la célula soportada. El campo de DwPTS se usa para transmisión de enlace descendente de una manera muy similar a cualquier otra subtrama de DL con la diferencia de que tiene una duración más corta.

45 Son compatibles diferentes asignaciones de las restantes subtramas a UL y DL, ambas asignaciones con una periodicidad de 5 ms, en la que la primera y la segunda semi-tramas tienen idéntica estructura, y asignaciones con una periodicidad de 10 ms para la que las semi-tramas están organizadas de forma diferente. Para algunas configuraciones, se asigna la segunda semi-trama completa a transmisión de DL.

50 En DL de LTE, se utiliza Multiplexión por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM) con una separación de subportadora de 15 kHz. En la dimensión de frecuencia, las subportadoras están agrupadas en bloques de recursos, conteniendo cada uno de ellos doce subportadoras consecutivas. El número de bloques de recursos depende del ancho de banda del sistema, y el ancho de banda mínimo corresponde a seis bloques de recursos. Dependiendo de la longitud de prefijo cíclico configurado, una subtrama de 1 ms contiene 12 ó 14 símbolos de OFDM en el tiempo. El término bloque de recursos se utiliza también para referirse a la estructura de dos dimensiones de todos los símbolos de OFDM dentro de una subtrama, a veces un bloque de recursos de subportadoras. La parte de enlace descendente de la subtrama especial DwPTS tiene una duración variable, y puede adoptar longitudes de 3, 9, 10, 11 ó 12 símbolos de OFDM para el caso de un prefijo cíclico normal, y 3, 8, 9 ó 10 símbolos para el caso de un prefijo cíclico extendido.

Con el fin de mejorar el comportamiento de transmisión en ambas direcciones de DL y UL, la LTE utiliza Hybrid-ARQ (HARQ). La idea básica de HARQ es que tras la recepción de datos en una subtrama de DL, el terminal intenta descodificarlos y a continuación informa a la estación de base de si la descodificación ha tenido éxito (ACK, reconocimiento) o no (NAK, reconocimiento negativo). En caso de un intento de descodificación sin éxito, la estación de base recibe por tanto un NAK en una subtrama de UL posterior, y puede retransmitir los datos recibidos erróneamente.

Las transmisiones de enlace descendente pueden ser programadas dinámicamente, es decir, en cada subtrama la estación de base transmite información de control sobre cuáles de los terminales han de recibir datos y con qué recursos en la subtrama de DL actual. Mediante recursos se indica en la presente memoria algún conjunto de bloques de recursos. La señalización de control es transmitida en los primeros 1, 2 ó 3 símbolos de OFDM de cada subtrama. (Para un ancho de banda del sistema  $\leq 10$ , se transmite en los primeros 2, 3 ó 4 símbolos de OFDM de cada subtrama). Los datos enviados a un terminal en una sola subtrama de DL se mencionan con frecuencia como bloque de transporte.

Un terminal escuchará de ese modo el canal de control, y si detecta una asignación de DL dirigida a él mismo, tratará de descodificar los datos. Éste generará también una retroalimentación en respuesta a la transmisión. En forma de un ACK o un NAK dependiendo de si los datos fueron descodificados correctamente o no. Además, a partir de los recursos de canal de control por el que fue transmitida la asignación por parte de la estación de base, el terminal puede determinar el correspondiente recurso de Canal Físico de Control de Enlace Ascendente (PUCCH) en caso de que el ACK/NAK sea transmitido por el PUCCH. El recurso de PUCCH puede ser configurado también por la red, lo que es el caso cuando se transmite un informe de calidad de canal o una petición de programación al mismo tiempo que ha de ser transmitida la retroalimentación de ACK/NAK.

Para FDD de LTE, el terminal enviará, en respuesta a una asignación de DL detectada en la subtrama  $n$ , un informe de ACK/NAK en la subtrama  $n+4$  de enlace ascendente. Para el caso de lo que se conoce como transmisión multicapa de Múltiple Entrada Múltiple Salida (MIMO), se transmiten dos bloques de transporte en una sola subtrama de DL, y el terminal responderá con dos informes de ACK/NAK en la subtrama de enlace ascendente correspondiente.

La asignación de recursos a los terminales está manejada por el programador, el cual tiene en cuenta las condiciones de tráfico y de radio con el fin de usar los recursos eficientemente mientras cumple también los requisitos de retardo y velocidad. La programación y la señalización de control pueden hacerse sobre una base de subtrama a subtrama, es decir cada subtrama de enlace descendente se programa independientemente de las demás.

Según se ha descrito con anterioridad, la primera etapa para que un terminal reciba datos desde la estación de base en una subtrama de DL consiste en detectar una asignación de DL en el campo de control de una subtrama de DL. En el caso de que la estación de base envíe tal asignación pero el terminal falle en cuanto a descodificarla, el terminal no conoce obviamente que fue programada y por lo tanto no responderá con un ACK/NAK por el enlace ascendente. Esta situación se conoce como una pérdida de asignación de DL. Si la ausencia de un ACK/NAK puede ser detectada por la estación de base, ésta puede tener todo esto en cuenta para las retransmisiones posteriores. Típicamente, la estación de base debe retransmitir al menos el paquete perdido, pero también puede ajustar algunos otros parámetros de la transmisión.

No existe una relación de *una a una* entre subtramas de UL y DL según se ha discutido con anterioridad. Así, el terminal no puede enviar siempre un ACK/NAK en respuesta a una asignación de DL en la subtrama  $n$  en la subtrama de UL  $n+4$ , puesto que esta subtrama no puede ser asignada a transmisión de UL. Por tanto, cada subtrama de DL puede ser asociada a una cierta subtrama de UL sujeta a un retardo de procesamiento mínimo, lo que significa que los ACK/NAKs de respuesta a asignaciones de DL en la subtrama  $n$  son informados en la subtrama  $n+k$  siendo  $k>3$ . Además, si el número de subtramas de DL es mayor que el número de subtramas de UL, los ACK/NAKs de respuesta a asignaciones en múltiples subtramas de DL puede necesitar ser enviados en una sola subtrama de UL. Para una subtrama de UL dada, el número de subtramas de DL asociadas depende de la asignación de subtramas a UL y DL, y puede ser diferente para subtramas de UL diferentes dentro de una trama de radio.

Puesto que las asignaciones de DL pueden ser proporcionadas de manera independiente a través de subtramas de DL, se puede asignar un terminal a transmisiones de DL en múltiples subtramas de DL que estén todas ellas reconocidas en una sola subtrama de UL. De ahí que la señalización de control de enlace ascendente necesite soportar, de alguna manera, retroalimentación de ACK/NAKs a partir de transmisiones de DL múltiples desde un terminal en una subtrama de UL dada.

Una manera obvia de abordar el problema anterior consiste en permitir que el terminal transmita múltiples bits de ACK/NAK individuales (por cada transmisión de DL) en una única subtrama de UL. Tales protocolos tienen, sin embargo, peor cobertura que la transmisión de uno o dos informes de ACK/NAK. Adicionalmente, cuantos más ACK/NAKs se permita que sean transmitidos desde un terminal simple, más recursos de canal de control necesitan ser reservados en el enlace ascendente. Para mejorar la cobertura y la capacidad de la señalización de control, se ha convenido realizar alguna forma de compresión, o agrupación, de ACK/NAKs. Esto significa que todos los

ACK/NAKs que han de ser enviados en una subtrama de UL dada son combinados en un número de bits más pequeño, tal como un único informe de ACK/NAK. Como ejemplo, el terminal puede transmitir un ACK solamente si los bloques de transporte de todas las subtramas de DL fueron recibidas correctamente y con ello sean reconocidas. En cualquier otro caso, que significa que ha de ser transmitido un NAK para al menos una subtrama de DL, se envía un NAK combinado para todas las subtramas de DL.

Por lo tanto, según se ha descrito anteriormente, se puede asociar un conjunto de subtramas de DL a cada subtrama de UL en TDD, en vez de una sola subtrama como en FDD, para lo que han de proporcionarse las transmisiones de DL como respuesta ACK/NAK en la subtrama de UL dada. En el contexto de un agrupamiento, este conjunto se menciona con frecuencia como ventana de agrupamiento. Las dos alternativas básicas incluyen entonces:

- Multiplexado de múltiples ACK/NAKs, lo que significa que se retroalimentan múltiples informes de ACK/NAK individuales de las subtramas. Para un caso sin ninguna MIMO, y una configuración con 3 subtramas de DL (incluyendo la DwPTS) y dos subtramas de UL según se ha representado en la Figura 2b, se retroalimentan hasta dos bits de retroalimentación ACK/NAK en la subtrama #2 y en la #7, y hasta un bit en las subtramas 3 y 8. En el caso general, puede existir un tercer estado de modo que se retroalimente ACK/NAK/DTX. DTX representa entonces que el terminal no recibió/detectó ninguna asignación durante el transcurso de la subtrama de DL correspondiente.
- Agrupación de múltiples ACK/NAKs, lo que significa que se genera un único ACK/NAK a partir de los ACK/NAKs individuales y que este único ACK/NAK se retroalimenta. Para un caso sin ninguna MIMO, el terminal combina los ACK/NAKs de múltiples subtramas de DL de modo que se genera un único ACK/NAK y se retroalimenta en todas las subtramas de UL.

Un método para la señalización DAI para la transmisión de ACK/NAK se divulga en documento WO 01/37507 A (NOKIA CORP [FI]; GERENDAI MAGDOLNA [HU]; TOTTH MIHALY [HU]; PALLER GABO) de 25 de Mayo de 2001 (25-05-2001).

Un problema básico en el agrupamiento y multiplexado de ACK/NAK consiste en que un terminal puede carecer de una asignación de DL, lo que puede no estar indicado en la respuesta agrupada. Por ejemplo, supóngase que el terminal fue programado en dos subtramas de DL consecutivas. En la primera subtrama, el terminal carece de la asignación de programación y no tendrá conocimiento de que éste fue programado, mientras que en la segunda subtrama recibió los datos con éxito. El terminal transmitirá, como resultado, un ACK, con lo que la estación de base supondrá que mantiene ambas subtramas, incluyendo los datos de la primera subtrama de los que el terminal no tuvo conocimiento. Como resultado, se perderán datos. Los datos perdidos necesitan ser gestionados mediante protocolos de capa más alta, lo que típicamente lleva un tiempo más largo que las retransmisiones hybrid-ARQ y es menos eficiente. De hecho, un terminal no transmitirá ningún ACK/NAK en una subtrama de UL dada, solamente si ésta carece de cada asignación de DL que fuera enviada durante la ventana de agrupamiento/multiplexado asociada a la subtrama de UL.

## Sumario

Por lo tanto, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un método en una unidad de red, y una disposición adaptada para llevar a cabo dicho método, que mejore la detección de asignación de DL perdida.

Según un primer aspecto de la presente invención, el objeto ha sido alcanzado mediante un método en un terminal para proporcionar un mensaje de ACK/NAK a una estación de base. La estación de base y el terminal están comprendidos en un sistema de telecomunicaciones. El terminal cuenta el número de subtramas de enlace ascendente asignadas detectadas desde la estación de base, dando como resultado  $k$ . El terminal establece a continuación si cada uno de un número de bloques de transporte comprendidos en las  $k$  tramas de enlace descendente contadas ha sido recibido correctamente o no.

En caso de que cada uno de los bloques de transporte, comprendidos en las  $k$  subtramas de enlace descendente, se estime como recibido correctamente, el terminal proporciona a la estación de base un mensaje de ACK codificado para las  $k$  subtramas, el cual comprende  $k$ , el número de subtramas.

En caso de que cualquiera de los bloques de transporte comprendidos en el número  $k$  de subtramas de enlace descendente se estime como no recibido correctamente, el terminal puede proporcionar un mensaje de NAK codificado para las  $k$  subtramas agrupadas a la estación de base.

Según un segundo aspecto de la presente invención, el objeto ha sido alcanzado mediante un método en una estación de base para gestionar un mensaje de ACK/NAK procedente de un terminal. La estación de base y el terminal están comprendidos en un sistema de telecomunicaciones. La estación de base envía un número de subtramas de enlace descendente que comprenden bloques de transporte, hasta el terminal.

En caso de que cada uno de los bloques de transporte comprendidos en las  $k$  subtramas de enlace descendente se

estime como recibido correctamente por el terminal, la estación de base recibe desde el terminal un mensaje de ACK codificado para las  $k$  subtramas. El mensaje de ACK codificado comprende  $k$ , el número de subtramas detectadas por el terminal.

5 En caso de que cualquiera de los bloques de transporte comprendidos en el número  $k$  de subtramas de enlace descendente sea estimado por el terminal como no recibido correctamente, la estación de base puede recibir un mensaje de NAK codificado para las  $k$  subtramas agrupadas desde del terminal.

10 Según un tercer aspecto de la presente invención, el objeto ha sido alcanzado mediante una disposición en un terminal para proporcionar un mensaje de ACK/NAK a una estación de base. La estación de base y el terminal están comprendidos en un sistema de telecomunicaciones. La disposición del terminal comprende una unidad de conteo configurada para contar el número de subtramas de enlace descendente asignadas detectadas desde la estación de base, dando como resultado  $k$ , y una unidad de establecimiento configurada para establecer si cada uno de un número de bloques de transporte comprendidos en las  $k$  subtramas de enlace descendente contadas, ha sido recibido correctamente o no. La disposición del terminal comprende además una unidad de envío configurada para proporcionar a la estación de base, un mensaje de ACK codificado para las  $k$  subtramas, que comprende  $k$ , el número de subtramas, cuando cada uno de los bloques de transporte, comprendidos en las  $k$  subtramas de enlace descendente, se estima como correctamente recibido. La unidad de envío puede estar configurada además para proporcionar a la estación de base un mensaje de NAK codificado para las  $k$  subtramas agrupadas, cuando cualquiera de los bloques de transporte comprendidos en el número  $k$  de subtramas de enlace descendente se estime como no recibido correctamente.

20 Según un cuarto aspecto de la presente invención, el objeto ha sido alcanzado mediante una disposición de una estación de base para gestionar mensajes de ACK/NAK procedentes de un terminal. La estación de base y el terminal están comprendidos en un sistema de telecomunicaciones. La disposición de la estación de base comprende una unidad de envío configurada para enviar un número de subtramas de enlace descendente que comprenden bloques de transporte, hasta el terminal. La disposición de la estación de base comprende además una unidad de recepción configurada para recibir desde el terminal, un mensaje de ACK codificado para las  $k$  subtramas. El mensaje de ACK codificado comprende  $k$ , el número de subtramas detectadas por el terminal. El mensaje de ACK codificado se recibe cuando cada uno de los bloques de transporte, comprendidos en las  $k$  subtramas de enlace descendente, se estima como correctamente recibido por parte del terminal. La unidad de recepción puede estar además configurada para recibir desde el terminal un mensaje de NAK codificado para las  $k$  subtramas agrupadas, cuando cualquiera de los bloques de transporte comprendidos en el número  $k$  de subtramas de enlace descendente, sea estimado por el terminal como no recibido correctamente.

35 Puesto que el número de subtramas de enlace descendente recibidas son transmitidas cuando se transmite un ACK, pero no cuando se transmite un NAK, la estación de base puede evitar, o reducir, la probabilidad de causar, para el caso de que la asignación perdida sea interpretada como un ACK, retardos adicionales debidos a las retransmisiones de capa más alta y así sucesivamente. En caso de que se transmita un NAK, la estación de base no puede interpretar una asignación que se ha perdido como recibida correctamente debido a que ello supone entonces típicamente que al menos una de las subtramas no ha sido recibida correctamente. Además, en comparación con retroalimentar siempre el número de subtramas recibidas, el comportamiento de enlace ascendente se mejora debido a que es posible un número más pequeño de mensajes diferentes y con ello se necesita una menor señalización de enlace ascendente. Esto implica a su vez que la señalización se reduce y que se mejora la detección de asignación de enlace descendente perdida.

### Breve descripción de los dibujos

La invención va a ser descrita con mayor detalle con referencia a los dibujos anexos que ilustran ejemplos de realizaciones de la invención, y en los que:

45 La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra realizaciones de un sistema de telecomunicación inalámbrico;

La Figura 2, *a* y *b*, son diagramas de bloques esquemáticos que ilustran realizaciones de asociación de cada subtrama de enlace descendente con una subtrama de enlace ascendente para dos asignaciones de UL:DL diferentes;

50 La Figura 3, *a*, *b* y *c*, son diagramas esquemáticos que ilustran realizaciones de la invención;

La Figura 4, *a*, *b* y *c*, son diagramas esquemáticos que ilustran realizaciones de la invención;

La Figura 5 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra realizaciones de una constelación de 16QAM;

La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra realizaciones de un método en un terminal móvil;

La Figura 7 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra realizaciones de una disposición de terminal móvil;

La Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra realizaciones de un método en una estación de base;

La Figura 9 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra realizaciones de una disposición de estación de base.

### Descripción detallada

5 La presente invención se refiere a un método en un terminal, y a una disposición adaptada para llevar a cabo dicho método, para proporcionar a una estación de base, tal como una eNodeB, información a partir de la cual puede la estación de base determinar si se ha perdido una o más asignaciones. La presente invención se refiere también a un método en una estación de base tal como una eNodeB, y a una disposición adaptada para llevar a cabo dicho método, para recibir desde un terminal información a partir de la cual puede la estación de base determinar si se ha perdido una o más asignaciones. Los métodos y las disposiciones pueden ser puestos en práctica en las realizaciones que se describen en lo que sigue.

10 El problema resuelto consiste en determinar si el terminal carece de alguna asignación y por lo tanto ha “olvidado” informar de un NAK agrupado en caso de que se use agrupamiento de ACK/NAK. Si el terminal informa de un NAK, no hay ningún problema, pero si el terminal informa de un ACK existe un problema debido a que el terminal debería informar idealmente de un NAK debido a que las subtramas no han sido recibidas correctamente (de hecho, el terminal ha perdido la asignación y ni siquiera ha tratado de descodificar los datos). La estación de base mantiene los rastros del número de subtramas  $k'$  asignadas, y la estación de base desmodula y estima si el terminal informa de un NAK o de uno cualquiera de  $M-1$  mensajes de ACK (suponiendo que sean  $M$  los puntos de la constelación). En caso de que se reciba uno de los  $M-1$  mensajes de ACK, es decir  $k$  ACK, compara  $k$  con el número de subtramas  $k'$  asignadas y puede detectar, de esa manera, si el terminal ha perdido cualquier asignación de enlace descendente.

15 La **Figura 1** representa un sistema 100 de telecomunicación inalámbrica, tal como por ejemplo el E-UTRAN, LTE, LTE-Adv., sistema WCDMA del Proyecto Partnership de 3ª Generación (3GPP), Sistema Global para comunicaciones Móviles/tasa de Datos Incrementada para GSM Evolución (GSM/EDGE), Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA), Interoperatividad Mundial para Acceso por Microondas (WiMax), o Ultra Mobile Broadband (UMB). El sistema 100 de telecomunicación puede usar TDD o FDD y comprende una estación de base 110 y un terminal 120 adaptados para comunicar cada uno con el otro a través de un canal 130 de radio. La estación de base 110 puede ser una NodeB, una eNodeB o cualquier otra unidad de red capacitada para comunicar con un terminal a través de un canal de radio que puede ser un canal de radio de TDD o de FDD. El terminal 120 puede ser un teléfono móvil, un Asistente Digital Personal (PDA), un equipo de usuario (UE) o cualquier otra unidad de red capacitada para comunicar con una estación de base a través de un canal de radio.

20 La estación de base 110 utiliza agrupamiento HARQ y ACK/NAK, al menos para determinadas subtramas de enlace ascendente, para transmitir paquetes de datos a través del canal 130 de radio. Los paquetes de datos son transportados en bloques de transporte dentro de subtramas a través del canal 130 de radio. Para este propósito, la estación de base 110 programa un número de subtramas que van a ser transmitidas hasta el terminal 120 móvil. Si se recibe un mensaje NAK desde el terminal 120 móvil, la estación de base 110 retransmite las subtramas no reconocidas hasta que hayan sido reconocidas por el terminal 120 móvil o hasta que expire un período de tiempo, cuyo período de tiempo puede ser un período de tiempo predeterminado.

25 Para una subtrama de enlace ascendente dada, se asocia un número de subtramas de enlace descendente, indicadas como  $K$ , transmitidas desde la estación de base 110 hasta el terminal 120. En algunas realizaciones, un canal de control de DL porta una asignación de DL en cada subtrama de DL que está asociada a un cierto recurso de canal de control de UL. En un ejemplo, los ACK/NAKs desde 1 hasta la  $K$ , las subtramas de DL han de estar agrupadas en una sola subtrama de UL, es decir, la ventana de agrupamiento comprende  $K$  subtramas de DL. Las subtramas de DL pueden ser numeradas desde 1 a  $K$ . Dentro de este conjunto de subtramas, la eNodeB puede asignar transmisiones de enlace descendente a un terminal dado. El número de subtramas asignadas,  $k'$ , puede estar comprendido entre 0 y  $K$ .

30 En la **Figura 2** se han ilustrado dos ejemplos. En el ejemplo, el número de subtramas de DL asociadas,  $K$ , es diferente para diferentes subtramas así como para diferentes asimetrías. En la **Figura 2a** se ha representado el escenario de una configuración 4DL:1UL. En este escenario, la primera (y sólo la primera) subtrama de UL en cada semi-trama está asociada a cuatro subtramas de DL, es decir  $K = 4$ .

35 En la **Figura 2b**, se ha representado el escenario de una configuración 3DL:2UL. En este escenario, la primera subtrama de UL de cada semi-trama está asociada a dos subtramas de DL, es decir,  $K = 2$ , mientras que la segunda subtrama de UL está asociada a una sola subtrama de DL, es decir,  $K = 1$ .

40 Según se ha mencionado con anterioridad, la estación de base 110 transmite datos en  $k'$  subtramas hasta el terminal. El terminal 120, en el lado del receptor, intentará detectar y descodificar asignaciones de DL en cada subtrama de DL. Esto hace que sea posible que el terminal 120 mantenga el rastro del número de asignaciones de DL detectadas durante una ventana de agrupamiento, indicado con  $k$ . En algunas realizaciones, el terminal 120 comprende un contador. Para cada subtrama de DL en la que recibe una asignación de DL, el terminal 120 puede

incrementar el conteo del contador en tantas asignaciones de DL como éste reciba.

El terminal 120 intentará además descodificar los bloques de transporte de las subtramas de DL en las que haya detectado una asignación de DL y, por medio de Comprobación de Redundancia Cíclica (CRC), estimar si el bloque de transporte ha sido recibido correctamente o no. Ahora, el terminal 120 conoce cuántos bloques de transporte han sido recibidos con éxito. Se puede usar también CRC para detectar asignaciones de DL.

En algunas realizaciones se señala un Índice de Asignación de Enlace Descendente (DAI) al terminal 120 desde la estación de base 110 como parte de la asignación de enlace descendente en cada subtrama de DL. El DAI representa el número de subtramas de DL asignadas previas y/o el número mínimo futuro, dentro de la ventana de agrupamiento. Si se señala del modo indicado, el terminal 120 puede comparar mejor el contador sobre el número de asignaciones de DL recibidas con un DAI señalado desde la estación de base 110 para determinar al menos si se ha perdido o no alguna subtrama de DL previa.

Cuando se recibe correctamente cada uno de los bloques de transporte descodificados dentro de las  $k$  subtramas de enlace descendente detectadas, se proporciona un mensaje ACK codificado, combinado o agrupado, desde el terminal 120 a la estación de base 110. El mensaje ACK codificado contiene también  $k$ , el número de subtramas reconocidas. En el caso de, por ejemplo, cuatro subtramas diferentes, siendo todas ACK, están representadas como un ACK combinado junto con el número 4 para indicar que el ACK es válido para 4 subtramas. El mensaje ACK codificado puede ser transmitido usando Modulación por Desplazamiento de Fase (PSK) de una manera tal que el punto de constelación usado se determina también mediante el número de subtramas recibidas en caso de que se transmita un ACK agrupado.

Cuando el terminal 120 detecta, por ejemplo usando un DAI, que se ha perdido una asignación de enlace descendente, o cuando un bloque de transporte ha fallado en cuanto a ser descodificado en cualquiera de las  $k$  subtramas detectadas, se suministra un mensaje NAK a la estación de base 110. Obsérvese que se proporciona el mismo mensaje a la estación de base independientemente del número de subtramas recibidas. El mensaje NAK puede ser modulado usando PSK de tal modo que el punto de constelación sea diferente de punto de constelación PSK que hubiera sido usado para modular dicho mensaje ACK para cualquier  $k$  usado.

La estación de base 110 recibe el mensaje transmitido, el cual puede ser NAK o ACK de  $k$  subtramas, donde  $k$  puede estar entre 1 y  $K$ . En caso de que se reciba un NAK, la estación de base 110 sabe que al menos una o más de las  $k'$  subtramas transmitidas no ha sido recibida correctamente. La estación de base 110 retransmitirá por lo tanto las  $k'$  subtramas de manera correspondiente. En caso de que sea recibido un ACK de  $k$  subtramas por la estación de base 110, la estación de base 110 puede comparar éste con el número  $k'$  de subtramas asignadas, y si el mensaje recibido no concuerda con el número de subtramas transmitidas, la estación de base 110 puede detectar que al menos una asignación se ha perdido completamente y retransmitir las subtramas correspondientes.

En algunas realizaciones y para el caso en que el terminal 120 conozca que se ha perdido toda la asignación de DL, el terminal 120 puede responder con un NAK en ese caso. En algunas realizaciones, el terminal 120 puede elegir responder con una Transmisión Discontinua (DTX) lo que significa que no se da ninguna respuesta.

Según algunas realizaciones, el terminal 120 responde a la estación de base 110 con al menos uno de  $K+1$  mensajes que representan:

- **NAK:** para el caso de que se haya detectado una asignación de DL y haya fallado la descodificación de al menos uno de los bloques de transporte. También puede ser generado para el caso de que no se haya detectado ninguna asignación pero que el terminal necesite transmitir un ACK/NAK, por ejemplo junto con una petición de programación o un informe de Indicador de Calidad de Canal CQI. Además, se puede generar también NAK para el caso de que el terminal 120 sepa, por ejemplo debido al uso de DAI, que al menos una asignación se ha perdido.
- **ACK 1:** para el caso de que se haya detectado una asignación de DL y que el (los) bloque(s) de transporte haya(n) pasado la descodificación y CRC.
- **ACK 2:** para el caso de que se hayan detectado dos asignaciones de DL y que el (los) bloque(s) de transporte haya(n) pasado la descodificación y CRC, etc., hasta:
- **ACK K:** para el caso de que se hayan detectado  $K$  asignaciones de DL y los bloques de transporte hayan pasado la descodificación y CRC.

En determinadas realizaciones, el terminal 120 puede elegir no responder (DTX) cuando el terminal 120 sepa que al menos una asignación se ha perdido, según permita la utilización del DAI en la asignación de DL (si está presente). Además, también puede elegir responder con NAK en ese caso. Sin embargo, puede existir en ciertas realizaciones un mensaje adicional para DTX y existir en total  $K+2$  mensajes.

En realizaciones adicionales, son posibles menos de  $K+1$  (o  $K+2$ ) mensajes, y los significados de diferentes mensajes pueden entonces ser ligeramente diferentes. Por ejemplo, ser  $K = 4$ , pero solamente cuatro mensajes

diferentes (usando modulación QPSK, véase lo que sigue) el terminal 120 responde a la estación de base 110 con al menos uno de los 4 mensajes que representan, por ejemplo:

- NAK,
- ACK1 o ACK4,
- 5 - ACK2, y
- ACK3,

o en otro ejemplo:

- NAK,
- ACK 1
- 10 - ACK 2, y
- ACK 3 o ACK4,

o cualquier otra combinación adecuada.

En las realizaciones en las que se usa DAI, la estación de base 110 indica el número de subtramas de DL asignadas previas o futuras, en el interior de una ventana de agrupamiento, al terminal 120. Según se ha mencionado con anterioridad, el terminal 120 puede contar, cuando ha recibido múltiples asignaciones de DL, el número y compararlo con el número asignado en el DAI para ver si se ha perdido alguna de las asignaciones de DL.

En una realización alternativa, que es adecuada cuando se usa un DAI, el ACK  $k$  representa un ACK con la subtrama  $k$ ,  $k=1, 2, \dots$ , siendo  $K$  la última subtrama recibida. Dado que la estación de base 110 conoce el contenido del DAI en todas y cada una de las subtramas de DL, conocerá por tanto en qué basa el terminal 120 el ACK/NAK agrupado, si éste conoce cuál de las subtramas de DL fue la última recibida. A continuación, el DAI puede ser usado por el terminal 120 para ver si se ha perdido previamente alguna asignación de DL previa, y señalando la última subtrama de DL recibida a la estación de base 110, es posible que la estación de base 110 vea si se ha perdido al final alguna asignación de DL.

En una realización, DAI representa el número de subtramas que están programadas hasta el momento para el terminal 120 en una ventana de agrupamiento. En el escenario de un ejemplo, la estación de base 110 transmite cuatro subtramas, S1, S2, S3 y S4 en una ventana de agrupamiento al terminal 120, y señala al terminal 120 que el DAI es cuatro en la última. Si el terminal 120 pierde una o más subtramas al final de la ventana de agrupamiento, el terminal 120 entenderá que ha recibido todas las subtramas. De la misma manera que se ha mencionado con anterioridad, el mensaje de ACK codificado puede ser modulado de tal modo que el número de la última subtrama recibida,  $k$ , sea modulado en un punto de constelación PSK. Si se recibe este mensaje de ACK, la estación de base 110 entenderá que el terminal 120 ha perdido alguna subtrama con un número superior a  $k$  y la estación de base 110 retransmite entonces las subtramas faltantes al terminal 120.

Por ejemplo (A = recibida correctamente; D = perdida):

- 35 - Si S1-A, S2-A, **S3-A**, S4-D, el terminal 120 proporcionará a la estación de base 110 un **ACK 3**, puesto que la subtrama 3 fue la última subtrama que se recibió correctamente. La estación de base 110 retransmitirá a continuación S4.
- Si S1-A, **S2-A**, S3-D, S4-D, el terminal 120 proporcionará a la estación de base 110 un **ACK 2**, puesto que la subtrama 2 fue la última subtrama que se recibió correctamente. La estación de base 110 retransmitirá entonces S3 y S4.
- 40 - Si **S1-A**, S2-D, S3-D, S4-D, el terminal 120 proporciona a la estación de base 110 un **ACK 1**, puesto que la subtrama 1 fue la última subtrama que se recibió correctamente. La estación de base 110 retransmitirá entonces S2, S3 y S4.

En el caso de que se pierda una subtrama que no esté al final de la ventana de agrupamiento, el terminal 120 transmite un mensaje NAK codificado a la estación de base 110. El mensaje NAK codificado es modulado en un punto de constelación PSK que es diferente del punto de constelación PSK que se habría usado para modular un mensaje de ACK, de la misma manera que se ha descrito en lo que antecede. Esto ocurrirá, por ejemplo para escenarios en los que:

- S1-A, S2-D, S3-A, S4-A, o cuando
- S1-A, S2-D, S3-D, S4-A, o cuando



- S1-D, S2-A, S3-A, S4-A, etc.

En este caso, la estación de base 110 no sabrá cuáles de las subtramas no fueron recibidas por el terminal 120. La estación de base 110 puede retransmitir por lo tanto todas las subtramas S1, S2, S3 y S4 dentro de la ventana de agrupamiento.

5 Un programador puede, en la estación de base 110, programar varios terminales en las mismas subtramas (incluyendo el terminal 120), y según se ha mencionado con anterioridad, mantener en algunas realizaciones el rastro de cuantas y cuáles de las subtramas de DL han sido asignadas con recursos por el terminal 120. Mediante inspección de la retroalimentación HARQ, conocerá si las retransmisiones dentro de la ventana de agrupamiento tuvieron éxito o no.

10 En algunas realizaciones, se transmite un ACK/NAK agrupado desde el terminal 120 hasta la estación de base 110 por un PUCCH junto con una Petición de Programación (SR) o un informe de CQI, o en general cuando el recurso de PUCCH puede portar un PSK, entonces el alfabeto de modulación utilizado puede ser tomado como  $K+1$  PSK. Se puede usar la siguiente fórmula:

$$S_k = \exp(j*2*\pi/(K+1)*k), k = 0, 1, \dots, K$$

15 en donde  $j = \text{raíz cuadrada}(-1)$ ,  $K$  es el número total de subtramas posibles en la ventana de agrupamiento, es decir no programadas pero posibles de programar, y  $k$  es el número de subtramas que son reconocidas en un mensaje ACK codificado.  $S_k$  es el símbolo modulado que se transmite desde el terminal 120. Algunos ejemplos de constelaciones PSK se proporcionan en la **Figura 3a, b y c**, de las que la Figura 3b representa una constelación PSK que utiliza esta fórmula.

20 La **Figura 3a** muestra una constelación PSK no uniforme en donde ACK1 y ACK2 están situados más lejos del NAK que entre sí, de modo que están capacitados para tener una exigencia más alta sobre un error NAK->ACK que sobre un error ACK1->ACK2.

La **Figura 3b** muestra una constelación PSK uniforme en donde ACK1, ACK2, ACK3 y NAK están situados en una constelación de Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura (QPSK). Dado que la QPSK se utiliza normalmente para datos, es por tanto más fácil que la estación de base 110 o el terminal 120 no tengan una retroalimentación de ACK/NAK de constelación especial. También puede ser posible reutilizar alguno del software o del hardware implementado cuando se leen los símbolos o se escriben en la estación de base 110 y en el terminal 120 dado que se utiliza la misma función de mapeo para los datos.

25 La **Figura 3c** muestra una constelación PSK no uniforme que representa diferentes puntos de constelación PSK para ACK1, ACK2, ACK3, ACK4 y NAK, en donde ACK1 y ACK2 están situados más lejos de NAK que entre sí de modo que están capacitados para tener una exigencia más alta sobre el error NAK->ACK que sobre el error ACK1->ACK2. El ACK3 y el ACK4 pueden estar situados más cerca de NAK puesto que así no es tan probable que la totalidad de las 3 ó 4 subtramas pierdan al mismo tiempo el ACK3->ACK2, ACK4->ACK1 no se establecerá en un mínimo.

30 Con relación a los requisitos de error, en términos de  $\text{Pr}(\text{DTX} \rightarrow \text{ACK})$ , es decir, que una asignación perdida sea malinterpretada como ACK, son más altos o mucho más altos que los requisitos correspondientes sobre  $\text{Pr}(\text{NAK} \rightarrow \text{ACK})$ , es decir que un NAK sea malinterpretado como ACK. Por ejemplo, la probabilidad  $\text{Pr}(\text{DTX} \rightarrow \text{ACK})$  que representa la probabilidad de error de que una asignación de DL perdida sea interpretada como un reconocimiento es del orden de 0,01–0,1, mientras que la probabilidad  $\text{Pr}(\text{NAK} \rightarrow \text{ACK})$  que representa la probabilidad de que un NAK sea interpretado como un ACK es del orden de 0,0001–0,001. La codificación de los mensajes puede hacerse entonces de modo que se aproveche todo esto. A este efecto, una realización alternativa consiste en hacer la codificación usando  $K+1$  PSK no uniforme donde la distancia entre NAK y el (los) punto(s) ACK más cercano(s) es mayor que la distancia más pequeña entre dos puntos ACK cualesquiera. Esto significa que:

$$\min_i P(\text{NAK} \rightarrow \text{ACK}_i) < \min_{(j, k)} P(\text{ACK}_j \rightarrow \text{ACK}_k)$$

35 La probabilidad de que cualquiera de los mensajes ACK transmitidos sean interpretados como un NAK debe ser más baja que la probabilidad de que el número de ACKs sea malinterpretado. La expresión anterior significa que un número específico de subtramas de ACK procedentes del terminal 120 sean malinterpretadas como otro número de subtramas de ACK en la estación de base 110, de modo que el error de que el NAK sea descodificado como cualquiera de los ACKs es más pequeño que cualquier evento de error de que un ACK sea descodificado como otro ACK. Algunos ejemplos han sido representados en la **Figura 4a, b y c**.

La **Figura 4a** muestra una constelación PSK no uniforme para ACK1, ACK2 y NAK, que usa principios similares a los ilustrados en la Figura 3a pero incluso mayor protección respecto al error de NAK->ACK.

La **Figura 4b** muestra una constelación PSK no uniforme para ACK1, ACK2, ACK3 y NAK que usa principios similares a los ilustrados en la Figura 4a, pero extendida a 3 ACKs.

La **Figura 4c** muestra una constelación PSK no uniforme para ACK1, ACK2, ACK3, ACK4 y NAK que usa principios similares a los ilustrados en la Figura 4a, pero extendida a 4 ACKs.

En algunas realizaciones, se pueden usar constelaciones QAM en vez de un PSK, tal como por ejemplo 16QAM. La Figura 5 muestra una constelación en donde ACK1 y ACK2 (el mismo punto de constelación), ACK3, ACK4, ACK5, ACK6, ACK7, ACK8, ACK9, ACK10, ACK11, ACK12, ACK13, ACK14, ACK15, ACK16 y NAK están situados en una constelación 16QAM, lo que puede ser usado, por ejemplo, en LTE avanzada. En una configuración más práctica, se utiliza solamente un subconjunto de los 16 puntos de constelación con distancias elegidas de modo que cumplan las diferentes probabilidades de error objetivo.

Así, un beneficio importante de la invención consiste en que la señalización se reduce. En vez de señalar  $\log(2K)$  bits requeridos para transportar información sobre ambos ACK/NAK y el número de subtramas recibidas, se puede usar solamente  $\log(K+1)$  bits puesto que el número de subtramas se codifica solamente cuando se transmite un ACK.

La presente invención puede ser, por supuesto, llevada a cabo de maneras diferentes a las expuestas específicamente en la presente memoria sin apartarse de las características esenciales de la invención. Las presentes realizaciones han de considerarse en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas.

Se debe apreciar que aunque se haya usado terminología de LTE de 3GPP en la presente descripción para ejemplificar la invención, esto no debe ser entendido con carácter limitativo del alcance de la invención solamente al sistema que se ha descrito en lo que antecede. Otros sistemas inalámbricos, incluyendo LTE-Adv., WCDMA, WiMax, UMB y GSM, así como sistemas inalámbricos futuros, pueden beneficiarse también del aprovechamiento de las ideas cubiertas por la presente descripción.

Las etapas de método en el terminal 120 para proporcionar un mensaje ACK/NAK a la estación de base 110 conforme a algunas realizaciones, van a ser descritas ahora con referencia al diagrama de flujo representado en la Figura 6. Según se ha mencionado con anterioridad, la estación de base 110 y el terminal 120 están comprendidos en un sistema de telecomunicaciones. El método comprende las etapas de:

601. El terminal 120 cuenta el número de subtramas de enlace descendente asignadas que han sido detectadas desde la estación de base 110, que han dado como resultado  $k$ .

602. El terminal 120 establece a continuación si cada uno de un número de bloques de transporte comprendidos en las  $k$  subtramas de enlace descendente contadas, ha sido recibido correctamente o no.

603. Cuando se estima que cada uno de los bloques de transporte, comprendidos en las  $k$  subtramas de enlace descendente ha sido recibido correctamente, el terminal 120 proporciona a la estación de base 110 un mensaje ACK codificado para las  $k$  subtramas. El mensaje ACK comprende  $k$ , el número de subtramas.

El mensaje ACK codificado puede ser modulado de tal modo que el punto de constelación se selecciona dependiendo de  $k$ , el número de subtramas que se ha reconocido.

604. Cuando cualquiera de los bloques de transporte comprendidos en el número  $k$  de subtramas de enlace descendente ha sido estimado como no recibido correctamente, el terminal 120 puede proporcionar un mensaje NAK codificado para las  $k$  subtramas agrupadas a la estación de base 110.

El mensaje NAK codificado puede ser modulado usando un punto de constelación PSK que sea diferente del punto de constelación PSK que habría sido usado para modular dicho mensaje ACK.

605. Esta es una etapa opcional. En algunas realizaciones, el terminal 120 puede obtener un Índice de Asignación de Enlace Descendente "DAI" desde la estación de base 110. En esas realizaciones, el DAI puede representar el número de subtramas de DL, previas y futuras, asignadas.

606. Esta etapa es opcional. En algunas realizaciones, el terminal 120 establece si cualquiera de las subtramas de DL transmitidas desde la estación de base 110 se ha perdido.

En algunas realizaciones en que se obtuvo un DAI en la etapa 605, el terminal 120 compara el número de asignaciones de DL recibidas con el DAI señalado desde la estación de base 110 para determinar si se ha perdido o no cualquier subtrama de DL previa.

607. Esta etapa es opcional. Cuando una subtrama de DL transmitida desde la estación de base 110 ha sido determinada como perdida, el terminal 120 puede proporcionar a la estación de base 110 un mensaje NAK codificado. El mensaje NAK codificado es modulado en un punto de constelación PSK que es diferente del punto de constelación PSK que habría sido usado para modular dicho mensaje ACK.

608. Esta etapa es opcional y una alternativa a la etapa 607, cuando todas las subtramas de DL transmitidas desde la estación de base 110 han sido establecidas como perdidas, el terminal 120 puede proporcionar una respuesta a la estación de base 110 con una Transmisión Discontinua "DTX".

- 5 609. Esta etapa es opcional y una alternativa a las etapas 607 y 608. Cuando se ha establecido que todas las subtramas de DL transmitidas desde la estación de base 110 se han perdido, el terminal 120 puede proporcionar un mensaje DTX codificado a la estación de base 110. El mensaje DTX codificado puede ser modulado en un punto de constelación PSK que sea diferente del punto de constelación PSK que habría sido usado para modular el citado mensaje ACK.
- 10 En algunas realizaciones, el terminal 120 utiliza PSK que comprende múltiples puntos de constelación PSK. En alguna de esas realizaciones, el terminal 120 utiliza un primer punto NAK de constelación de los múltiples puntos de constelación PSK cuando transmite el mensaje NAK codificado, y diferentes segundos puntos de constelación ACK1, ACK2, ACK3, ACK4 de los múltiples puntos de constelación PSK cuando transmite el mensaje ACK codificado para diferentes valores de  $k$ . Los diferentes segundos puntos de constelación ACK1, ACK2, ACK3 y ACK4, son todos diferentes del primer punto NAK de constelación, y donde los puntos de constelación seleccionados pueden depender del número de subtramas  $k$  recibidas.
- 15 En algunas realizaciones, el PSK uniforme se utiliza para transmitir el mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX en un punto de constelación PSK.
- 20 En algunas realizaciones alternativas, se usa Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura "QPSK" para la transmisión del mensaje ACK codificado respectivo para  $k$  subtramas, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX.
- En una realización alternativa específica, el terminal 120 usa QPSK que comprende un primer punto de constelación QPSK, un segundo punto de constelación QPSK, un tercer punto de constelación QPSK y un cuarto punto de constelación QPSK. En esta realización, el terminal 120 usa el primer punto de constelación cuando modula el mensaje NAK codificado, el segundo punto de constelación cuando modula el mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas cuando  $k = 1$  ó  $4$ , el tercer punto de constelación cuando modula el mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas cuando  $k = 2$ , y el cuarto punto de constelación cuando modula el mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas cuando  $k = 3$ .
- 25 En una realización específica, el terminal usa X-QAM para modular el mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX en un punto de constelación X-QAM. X puede tomar un valor cualquiera de entre  $2^{2^2}, 2^{2^3}, 2^{2^4}, \dots, 2^{2^N}$ .
- 30 En algunas realizaciones, el terminal 120 usa PSK no uniforme para modular el mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas, o el mensaje NAK o el mensaje DTX en un punto de constelación PSK.
- Para llevar a cabo las etapas de método anteriores para proporcionar un mensaje ACK/NAK a la estación de base 110, el terminal 120 comprende una disposición 700 representada en la Figura 7. Según se ha mencionado anteriormente, la estación de base 110 y el terminal 120 están comprendidos en un sistema de telecomunicaciones.
- 35 La disposición de terminal 700 comprende una unidad 710 de conteo configurada para contar el número de subtramas asignadas de enlace descendente detectadas a partir de la estación de base 110, dando como resultado  $k$ .
- La disposición de terminal 700 comprende además una unidad 720 de establecimiento configurada para establecer si cada uno de un número de bloques de transporte comprendido en las  $k$  subtramas de enlace descendente contadas ha sido recibido correctamente o no. La unidad 720 de establecimiento puede estar configurada además para establecer si cualquiera de las subtramas de DL transmitidas desde la estación de base 110 se ha perdido.
- 40 La disposición de terminal 700 comprende además una unidad 730 de envío configurada para proporcionar a la estación de base 110 un mensaje ACK codificado para las  $k$  subtramas. El mensaje ACK comprende  $k$ , el número de subtramas, cuando cada uno de los bloques de transporte, comprendido en las  $k$  subtramas de enlace descendente se ha estimado como correctamente recibido. El mensaje ACK codificado puede ser modulado de tal modo que el punto de constelación se selecciona dependiendo de  $k$ , el número de subtramas que son reconocidas.
- 45 La unidad 730 de envío está configurada además para proporcionar a la estación de base 110 un mensaje NAK codificado para las  $k$  subtramas agrupadas, cuando cualquiera de los bloques de transporte comprendidos en el número  $k$  de subtramas de enlace descendente se ha estimado como no recibido correctamente. El mensaje NAK codificado puede ser modulado usando un punto de constelación PSK que sea diferente del punto de constelación PSK que habría sido usado para modular dicho mensaje ACK.
- 50 En algunas realizaciones, la unidad 730 de envío está configurada además para proporcionar un mensaje NAK codificado a la estación de base 110 cuando se ha establecido que una subtrama de DL transmitida desde la estación de base 110 se ha perdido. El mensaje NAK codificado se modula en un punto de constelación PSK que es diferente del punto de constelación PSK que hubiera sido usado para modular dicho mensaje ACK.
- 55 En una realización alternativa, la unidad 730 de envío puede estar además configurada para proporcionar una respuesta a la estación de base 110 con una Transmisión Discontinua "DTX", cuando se haya establecido que todas las subtramas de DL transmitidas desde la estación de base 110 se han perdido.

- 5 En una realización alternativa adicional, la unidad 730 de envío está configurada además para proporcionar a la estación de base 110 un mensaje DTX codificado cuando se haya establecido que todas las subtramas de DL transmitidas desde la estación de base 110 se han perdido. El mensaje DTX codificado se modula en un punto de constelación PSK que es diferente del punto de constelación PSK que habría sido usado para modular dicho mensaje ACK.
- 10 En algunas realizaciones, el terminal 120 está adaptado para usar PSK que comprenda múltiples puntos de constelación PSK. En alguna de esas realizaciones, el terminal 120 está adaptado para usar un primer punto NAK de constelación de los múltiples puntos de constelación PSK cuando se transmite el mensaje NAK codificado, y un segundo punto de constelación diferente ACK1, ACK2, ACK3, ACK4 de los múltiples puntos de constelación PSK cuando se transmite el mensaje ACK codificado para diferentes valores de  $k$ . Los diferentes segundos puntos de constelación ACK1, ACK2, ACK3 y ACK4 pueden ser todos diferentes del primer punto NAK de constelación y los puntos de constelación seleccionados pueden depender del número de subtramas  $k$  recibidas.
- 15 La disposición de terminal 700 puede comprender además una unidad 730 de recepción configurada para obtener un DAI desde la estación de base 110. El DAI representa el número de subtramas de DL asignadas, previas y futuras. En estas realizaciones, la unidad 720 de establecimiento puede estar configurada además para comparar el número de asignaciones de DL recibidas con el DAI señalado desde la estación de base 110 para determinar si se ha perdido o no alguna subtrama de DL previa.
- 20 En algunas realizaciones, se adapta un PSK uniforme para ser usado en relación con la modulación del mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX en un punto de constelación PSK.
- 25 En algunas realizaciones se adapta Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura QPSK para ser usada para el respectivo mensaje ACK codificado para las  $k$  subtramas, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX transmitido por el terminal 120.
- 30 En una realización específica, el terminal 120 está adaptado para usar QPSK que comprende: un primer punto de constelación QPSK, un segundo punto de constelación QPSK, un tercer punto de constelación QPSK y un cuarto punto de constelación QPSK. En esta realización, el terminal 120 está adaptado para usar el primer punto de constelación cuando se modula el mensaje NAK codificado, el segundo punto de constelación cuando se modula el mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas siendo  $k = 1$  ó  $4$ , el tercer punto de constelación cuando se modula el mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas cuando  $k = 2$ , y el cuarto punto de constelación cuando se modula el mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas cuando  $k = 3$ .
- 35 En algunas realizaciones, se usa X-QAM para modular el mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX en un punto de constelación X-QAM, donde X puede tomar un valor cualquiera de entre  $2^2$ ,  $2^3$ ,  $2^4$ , ...,  $2^N$ .
- 40 En algunas realizaciones se adapta PSK no uniforme para ser usado en la modulación del mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX en un punto de constelación PSK.
- 45 Las etapas de método en la estación de base 110, para manejar un informe ACK/NAK de reconocimiento procedente de un terminal 120, según algunas realizaciones, van a ser descritas ahora con referencia al diagrama de flujo representado en la Figura 8. Según se ha mencionado con anterioridad, la estación de base 110 y el terminal 120 están incluidos en un sistema de telecomunicaciones. El método comprende las etapas de:
801. La estación de base 110 envía un número de subtramas de enlace descendente que comprende bloques de transporte, hasta el terminal 120.
802. Cuando se estima que cada uno de los bloques de transporte comprendido en las  $k$  subtramas de enlace descendente ha sido recibido correctamente por el terminal 120, la estación de base recibe un mensaje ACK codificado para las  $k$  subtramas procedente del terminal 120. El mensaje ACK codificado comprende  $k$ , el número de subtramas detectadas por el terminal 120. El terminal 120 ha contado las subtramas recibidas dando como resultado el número  $k$ . El mensaje ACK codificado puede ser modulado de tal modo que se selecciona el punto de constelación dependiendo de  $k$ , el número de subtramas que son reconocidas.
803. Cuando se estima por el terminal 120 que cualquiera de los bloques de transporte comprendidos en el número  $k$  de subtramas de enlace descendente no ha sido recibido correctamente, la estación de base 110 puede recibir desde el terminal 120 un mensaje NAK codificado para las  $k$  subtramas agrupadas. El mensaje NAK codificado puede ser modulado usando un punto de constelación PSK que sea diferente del punto de constelación PSK que habría sido usado para modular dicho mensaje ACK.
804. Esta es una etapa opcional. En algunas realizaciones la estación de base 110 señala un DAI al terminal 120: el DAI representa el número de subtramas de DL asignadas previas y futuras. El DAI podrá ser usado por el terminal 120 para establecer si cualquiera de las subtramas de enlace descendente transmitidas desde la estación de base 110 se ha perdido, por comparación del número de asignaciones de enlace descendente recibidas con el DAI señalado desde la estación de base 110.

- 5 805. Esta es una etapa opcional. Cuando una subtrama de enlace descendente transmitida desde la estación de base 110 hasta el terminal 120 haya sido establecida como perdida por el terminal 120, la estación de base 110 puede recibir un mensaje NAK codificado procedente del terminal 120. El mensaje NAK codificado se modula en un punto de constelación PSK que es diferente del punto de constelación PSK que habría sido usado para modular dicho mensaje ACK.
806. Ésta es una etapa opcional. Cuando se estima por parte del terminal 120 que la totalidad de las  $K$  subtramas de DL transmitidas desde la estación de base 110 hasta el terminal 120 se han perdido, la estación de base 110 puede recibir una respuesta desde el terminal 120 con una Transmisión Discontinua DTX.
- 10 807. Ésta es también una etapa opcional. Cuando se establece por parte del terminal 120 que la totalidad de las subtramas de DL transmitidas desde la estación de base 110 hasta el terminal 120 se han perdido, la estación de base 110 puede recibir desde el terminal 120 un mensaje DTX codificado. El mensaje DTX codificado está modulado en un punto de constelación PSK que es diferente del punto de constelación PSK que se habría usado para modular dicho mensaje ACK.
- 15 En algunas realizaciones, se usa PSK que comprende múltiples puntos de constelación PSK en el mensaje ACK/NAK recibido. En esas realizaciones, un primer punto NAK de constelación de los múltiples puntos de constelación PSK se usa para transmitir el mensaje NAK codificado, y diferentes segundos puntos ACK1, ACK2, ACK3, ACK4 de constelación de los múltiples puntos de constelación PSK se usan para transmitir el mensaje ACK codificado para los diferentes valores de  $k$ . Los diferentes segundos puntos ACK1, ACK2, ACK3 y ACK4 de constelación pueden ser todos diferentes del primer punto NAK de constelación y los puntos de constelación seleccionados pueden depender del número  $k$ .
- 20 En algunas realizaciones, se usa PSK uniforme para modulación del mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas, o el mensaje NAK o el mensaje DTX en un punto de constelación PSK.
- En algunas realizaciones se usa QPSK para el mensaje ACK codificado respectivo para  $k$  subtramas, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX transmitido por el terminal 120.
- 25 En algunas realizaciones adicionales, se usa QPSK que comprende un primer punto de constelación QPSK, un segundo punto de constelación QPSK, un tercer punto de constelación QPSK y un cuarto punto de constelación QPSK. En estas realizaciones, el primer punto de constelación se usa para transmitir el mensaje NAK codificado, el segundo punto de constelación se usa para modulación en el mensaje ACK codificado para las  $k$  subtramas cuando  $k = 1$  ó  $4$ , el tercer punto de constelación se usa para modulación en el mensaje ACK codificado para  $K$  subtramas cuando  $k = 2$ , y el cuarto punto de constelación se usa para modulación en el mensaje ACK codificado para las  $k$  subtramas cuando  $k = 3$ .
- 30 En algunas realizaciones alternativas, se puede usar X-QAM para modular el mensaje ACK codificado para las  $k$  subtramas, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX en un punto de constelación X-QAM, donde  $X$  puede tomar cualquier valor entre  $2^2$ ,  $2^3$ ,  $2^4$ , ...,  $2^N$ .
- 35 En algunas realizaciones alternativas, se usa PSK no uniforme para modulación del mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX en un punto de constelación PSK.
- Para llevar a cabo las etapas de método anteriores para gestionar un mensaje ACK/NAK de reconocimiento procedente de un terminal 120, la estación de base 110 comprende una disposición 900, representada en la Figura 9. Según se ha mencionado con anterioridad, la estación de base 110 y el terminal 120 están comprendidos en un sistema de telecomunicaciones.
- 40 La disposición 900 de estación de base comprende una unidad 910 de envío configurada para enviar un número de subtramas de enlace descendente que comprenden bloques de transporte, hasta el terminal 120.
- La unidad 910 de envío puede estar además configurada para señalar un DAI al terminal 120. El DAI representa el número de subtramas de DL asignadas previas y futuras, cuyo DAI está adaptado para ser usado por el terminal 120 para establecer si cualquiera de las subtramas de DL transmitidas desde la estación de base 110 se ha perdido, por comparación del número de asignaciones de DL recibidas con el DAI señalado desde la estación de base 110.
- 45 La disposición 900 de estación de base comprende además una unidad 920 de recepción configurada para recibir desde el terminal 120 un mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas, cuyo mensaje ACK codificado comprende  $k$ , el número de subtramas detectadas por el terminal 120, cuando cada uno de los bloques de transporte, comprendidos en las  $k$  subtramas de enlace descendente, se estima como recibido correctamente por el terminal 120. El mensaje ACK puede estar modulado de tal modo que el punto de constelación se selecciona dependiendo de  $k$ , el número de subtramas que son reconocidas.
- 50 La unidad 920 de recepción está configurada además para recibir desde el terminal 120 un mensaje NAK codificado para las  $k$  subtramas agrupadas, cuando alguno de los bloques de transporte comprendidos en el número  $k$  de subtramas de enlace descendente sea estimado por el terminal 120 como no recibido correctamente. El mensaje
- 55

NAK codificado puede ser modulado usando un punto de constelación PSK que sea diferente del punto de constelación PSK que habría sido usado para modular dicho mensaje ACK.

5 La unidad 920 de recepción puede estar además configurada para recibir una respuesta procedente del terminal 110 con una Transmisión Discontinua DTX, cuando la totalidad de las  $k$  subtramas de DL transmitidas desde la estación de base 110 hasta el terminal 120 hayan sido establecidas como perdidas por parte del terminal 120.

10 La unidad 920 de recepción puede estar además configurada para recibir desde el terminal 120 un mensaje DTX codificado cuando la totalidad de las subtramas de DL transmitidas desde la estación de base 110 hasta el terminal 120 hayan sido establecidas por el terminal 120 como perdidas. El mensaje DTX codificado es modulado en un punto de constelación PSK que es diferente del punto de constelación PSK que podría haber sido usado para modular dicho mensaje ACK.

15 En algunas realizaciones, un PSK que comprende múltiples puntos de constelación PSK está adaptado para ser usado en el mensaje de ACK/NAK recibido. En esas realizaciones, un primer punto NAK de constelación de los múltiples puntos de constelación PSK está adaptado para ser usado para el mensaje NAK codificado, y uno de los segundos puntos ACK1, ACK2, ACK3, ACK4 de constelación diferentes de los múltiples puntos de constelación PSK está adaptado para ser usado para el mensaje ACK codificado para diferentes valores de  $k$ . Los diferentes segundos puntos ACK1, ACK2, ACK3 y ACK4 de constelación pueden ser todos diferentes del primer punto NAK de constelación y los puntos de constelación seleccionados pueden depender del número  $k$ .

En algunas realizaciones se utiliza PSK uniforme para modulación del mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX en un punto de constelación PSK.

20 En algunas realizaciones se usa QPSK para el mensaje ACK codificado respectivo para  $k$  subtramas, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX, transmitido por el terminal 120.

25 En algunas realizaciones adicionales se usa QPSK que comprende un primer punto de constelación QPSK, un segundo punto de constelación QPSK, un tercer punto de constelación QPSK y un cuarto punto de constelación QPSK. En esas realizaciones, el primer punto de constelación se utiliza para modulación en el mensaje NAK codificado, el segundo punto de constelación se usa para modulación en el mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas cuando  $k = 1$  ó  $4$ , el tercer punto de constelación se utiliza para modulación en el mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas cuando  $k = 2$ , y el cuarto punto de constelación se usa para modulación en el mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas cuando  $k = 3$ .

30 En algunas realizaciones alternativas, se puede usar X-QAM para modular el mensaje ACK codificado para  $K$  subtramas, o el mensaje NAK o el mensaje DTX en un punto de constelación X-QAM, donde  $X$  puede tomar un valor de entre  $2^2$ ,  $2^3$ ,  $2^4$ , ...,  $2^N$ .

En algunas realizaciones alternativas, se usa PSK no uniforme para modulación del mensaje ACK codificado para  $K$  subtramas, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX en un punto de constelación PSK.

35 El presente mecanismo conforme a lo anterior, para gestionar un informe de ACK/NAK de reconocimiento, puede ser implementado por medio de uno o más procesadores, tal como un procesador 740 en la disposición 700 de terminal representada en la Figura 7, o el procesador 930 en la disposición 900 de estación de base representada en la Figura 9, junto con un código de programa de ordenador para llevar a cabo las funciones de la presente solución. El código de programa mencionado anteriormente puede ser proporcionado también como producto de programa de ordenador, por ejemplo en forma de un portador de datos que lleva un código de programa de ordenador para realizar la presente solución cuando se carga en la estación de base 110 o en el terminal 120. Un portador de ese tipo puede estar en forma de disco CD ROM. Sin embargo, resulta factible con otros portadores de datos tal como un lápiz de memoria. El código de programa de ordenador puede ser además proporcionado como código de programa puro en un servidor y ser descargado en la estación de base 110 o en el terminal 120 remotamente.

45 Cuando se usa el término "comprender" o "comprendiendo" debe ser interpretado sin carácter limitativo, es decir, con el significado de "consiste al menos en".

La presente invención no se limita a las realizaciones preferidas descritas con anterioridad. Se pueden usar varias alternativas, modificaciones y equivalentes. Por lo tanto, las realizaciones anteriores no deben ser entendidas como limitación del alcance de la invención, el cual se define mediante las reivindicaciones anexas.

## REIVINDICACIONES

1.- Un método para una disposición en una estación de base (110) para gestionar un mensaje ACK Reconocimiento/ACK No Reconocimiento "ACK/NAK" procedente de un terminal (120), estando la estación de base (110) y el terminal (120) incluidos en un sistema de telecomunicaciones, comprendiendo el método las etapas de:

5 *enviar* (801) un número de subtramas de enlace descendente que comprende bloques de transporte hasta el terminal (120),

*señalar* (804) en cada subtrama un Índice de Asignación de Enlace Descendente "DAI" para el terminal (120), representando el DAI el número de subtramas de enlace descendente previas con una asignación de enlace descendente dirigidas a dicho terminal, cuyo DAI va a ser usado por el terminal (120) a efectos de establecer si alguna de las subtramas de enlace descendente transmitidas desde la estación de base (110) se ha perdido, comparando el número de asignaciones de enlace descendente recibidas con el DAI señalado desde la estación de base (110),

15 *recibir* (802) desde el terminal (120) un mensaje ACK codificado para  $k$  asignaciones de enlace descendente, cuyo mensaje ACK codificado comprende  $k$ , el número de subtramas en las que se detectó por parte del terminal (120) una asignación de enlace descendente dirigida a dicho terminal, en caso de que cada uno de los bloques de transporte, comprendidos en las subtramas de enlace descendente en las que se ha detectado una asignación de enlace descendente, sea estimado como recibido correctamente por el terminal (120),

20 *recibir* (607) desde el terminal (120) un mensaje NAK codificado, cuyo mensaje NAK codificado se modula en un punto de constelación que es diferente del punto de constelación que haya sido usado para la modulación de dicho mensaje ACK, en caso de que una asignación de enlace descendente transmitida desde la estación de base (110) hasta el terminal (120) haya sido establecida como pérdida por parte del terminal (120).

2.- Método según la reivindicación 1, en donde los múltiples puntos de constelación PSK se usan para la modulación de PSK en el mensaje de ACK/NAK recibido, y donde

25 un primer punto de constelación (NAK) de los múltiples puntos de constelación PSK se usa para el mensaje NAK codificado, y

diferentes segundos puntos de constelación (ACK1, ACK2, ACK3, ACK4) de los múltiples puntos de constelación PSK se usan para el mensaje ACK codificado para diferentes valores de  $k$  donde los diferentes segundos puntos de constelación (ACK1, ACK2, ACK3, ACK4) son todos diferentes del primer punto de constelación (NAK), y donde los puntos de constelación seleccionados dependen del número  $k$ .

30 3.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 1–2, en donde se usa Modulación por Desplazamiento de Fase "PSK" uniforme para la modulación del mensaje ACK codificado para  $k$  subtramas, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX en un punto de constelación PSK.

35 4.- Método según la reivindicación 3, en donde se usa Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura "QPSK" para el mensaje ACK codificado respectivo para  $k$  asignaciones de enlace descendente, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX transmitido desde el terminal (120).

5.- Método según la reivindicación 4, en donde se usa el QPSK, que comprende un primer punto de constelación QPSK, un segundo punto de constelación QPSK, un tercer punto de constelación QPSK y un cuarto punto de constelación QPSK,

en donde el primer punto de constelación se usa para la modulación en el mensaje NAK codificado,

40 en donde el segundo punto de constelación se usa para la modulación en el mensaje ACK codificado para  $k$  asignaciones de enlace descendente, cuando  $k = 1$  ó  $4$ ,

en donde el tercer punto de constelación se usa para la modulación en el mensaje ACK codificado para  $k$  asignaciones de enlace descendente, cuando  $k = 2$ , y

45 en donde el cuarto punto de constelación se usa para la modulación en el mensaje ACK codificado para  $k$  asignaciones de enlace descendente cuando  $k = 3$ .

6.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 1–2, en donde se utiliza X-QAM para modular el mensaje ACK codificado para  $k$  asignaciones de enlace descendente, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX en un punto de constelación X-QAM, donde X puede tomar cualquier valor de entre  $2^2$ ,  $2^3$ ,  $2^4$ , ...,  $2^N$ .

50 7.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 1–2, en donde se utiliza PSK no uniforme para la modulación del mensaje ACK codificado para  $k$  asignaciones de enlace descendente, o el mensaje NAK, o el mensaje DTX en un punto de constelación PSK.

8.- Una disposición (900) para una estación de base (110), para gestionar un mensaje de Reconocimiento/No Reconocimiento "ACK"/"NAK" desde un terminal (120), estando la estación de base (110) y el terminal (120) comprendidos en un sistema de telecomunicaciones, comprendiendo la disposición de la estación de base (900):

5 una unidad (910) de envío configurada para enviar un número de subtramas de enlace descendente que comprenden bloques de transporte, hasta el terminal (120),

10 estando además configurada la unidad (910) de envío para señalar en cada subtrama un Índice de Asignación de Enlace Descendente "DAI" al terminal (120), representando el DAI el número de subtramas de enlace descendente previas con una asignación de enlace descendente dirigidas a dicho terminal, cuyo DAI va a ser usado por el terminal (120) para establecer si alguna de las subtramas de enlace descendente transmitidas desde la estación de base (110) se ha perdido, comparando el número de asignaciones de enlace descendente recibidas con el DAI señalizado desde la estación de base (110),

15 una unidad (920) de recepción configurada para recibir desde el terminal (120) un mensaje ACK codificado para  $k$  asignaciones de enlace descendente, cuyo mensaje ACK codificado comprende  $k$ , el número de subtramas en las que se detectó por parte del terminal (120) una asignación de enlace descendente dirigida a dicho terminal, en caso de que cada uno de los bloques de transporte, comprendidos en las subtramas de enlace descendente en las que se ha detectado una asignación de enlace descendente, sea estimado como recibido correctamente por el terminal (120), y

20 estando la unidad (920) de recepción además configurada para recibir desde el terminal (120) un mensaje NAK codificado, cuyo mensaje NAK codificado se modula en un punto de constelación que es diferente del punto de constelación que haya sido usado para la modulación de dicho mensaje ACK, en caso de que una asignación de enlace descendente transmitida desde la estación de base (110) hasta el terminal (120) haya sido establecida como perdida por parte del terminal (120).



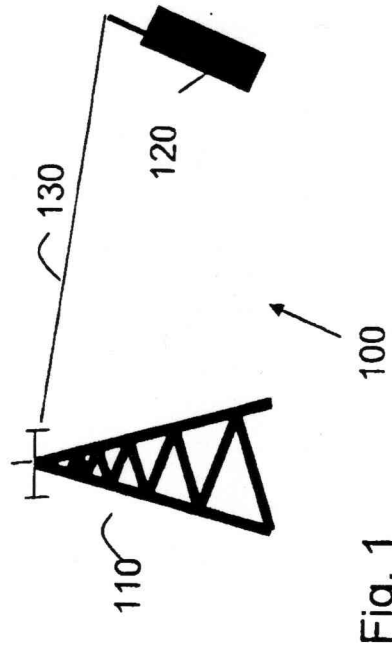


Fig. 1

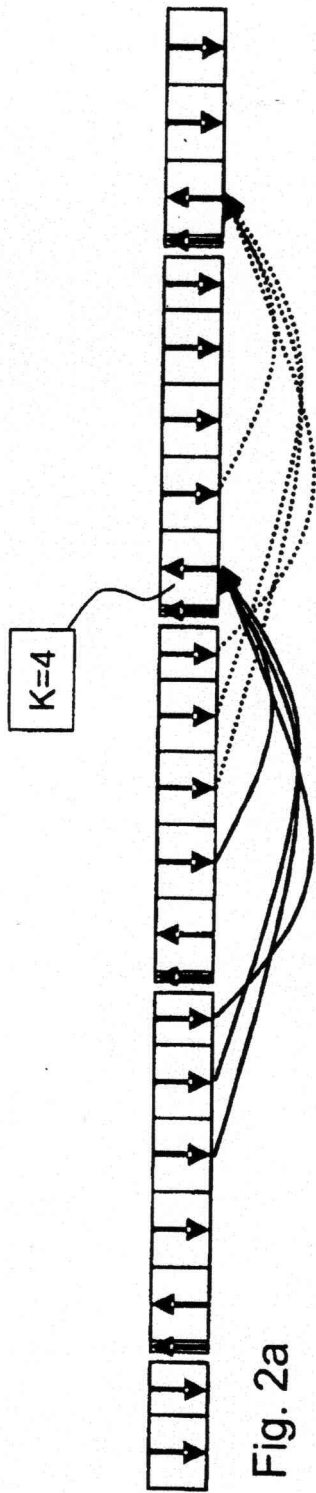


Fig. 2a

K = 1  
Segunda  
subtrama  
de UL

K = 2  
Primera  
subtrama  
de UL

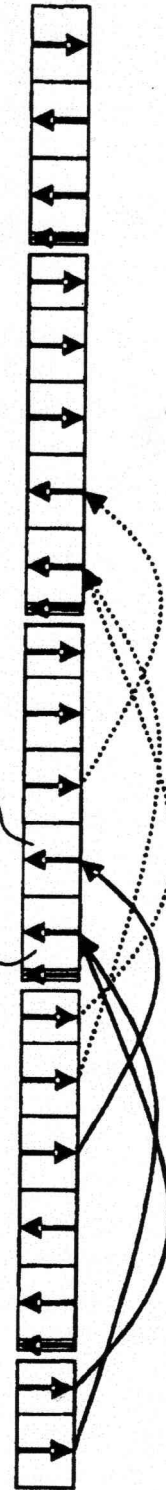


Fig. 2b

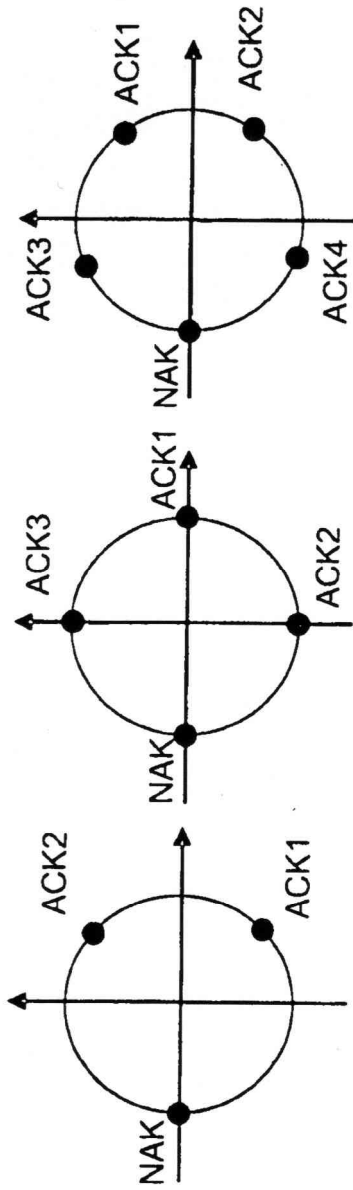


Fig. 3a

Fig. 3b

Fig. 3c

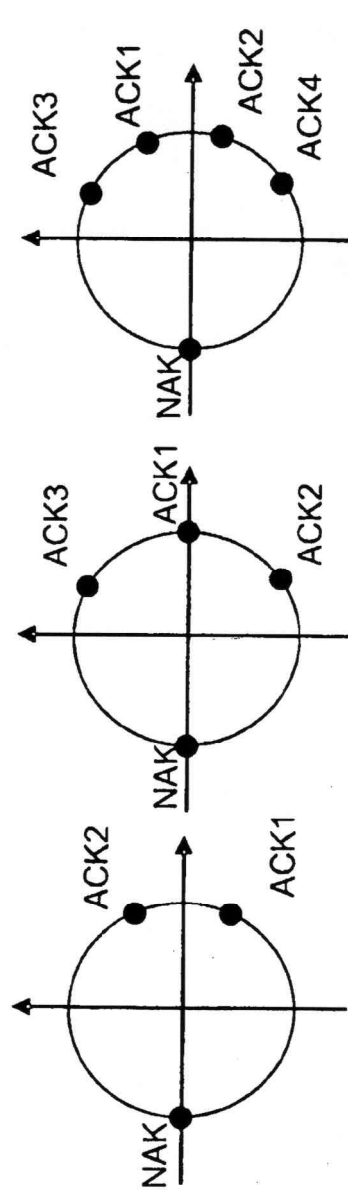


Fig. 4a

Fig. 4b

Fig. 4c

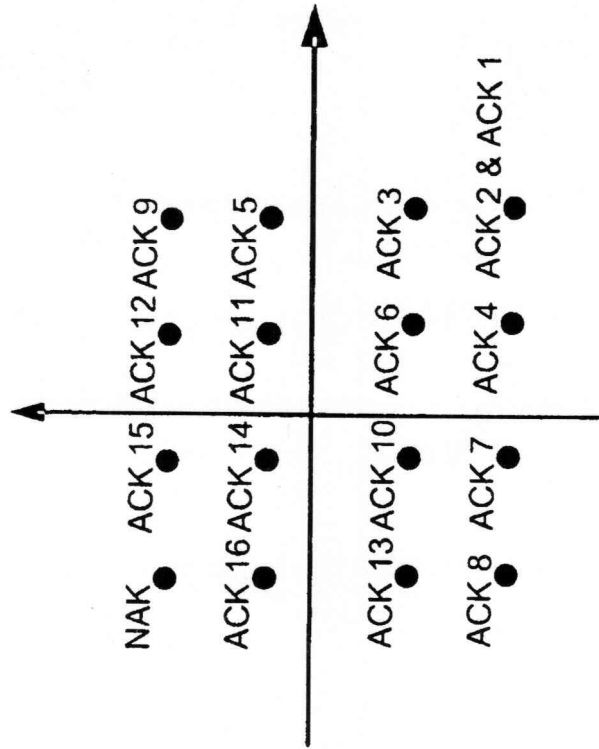


Fig. 5

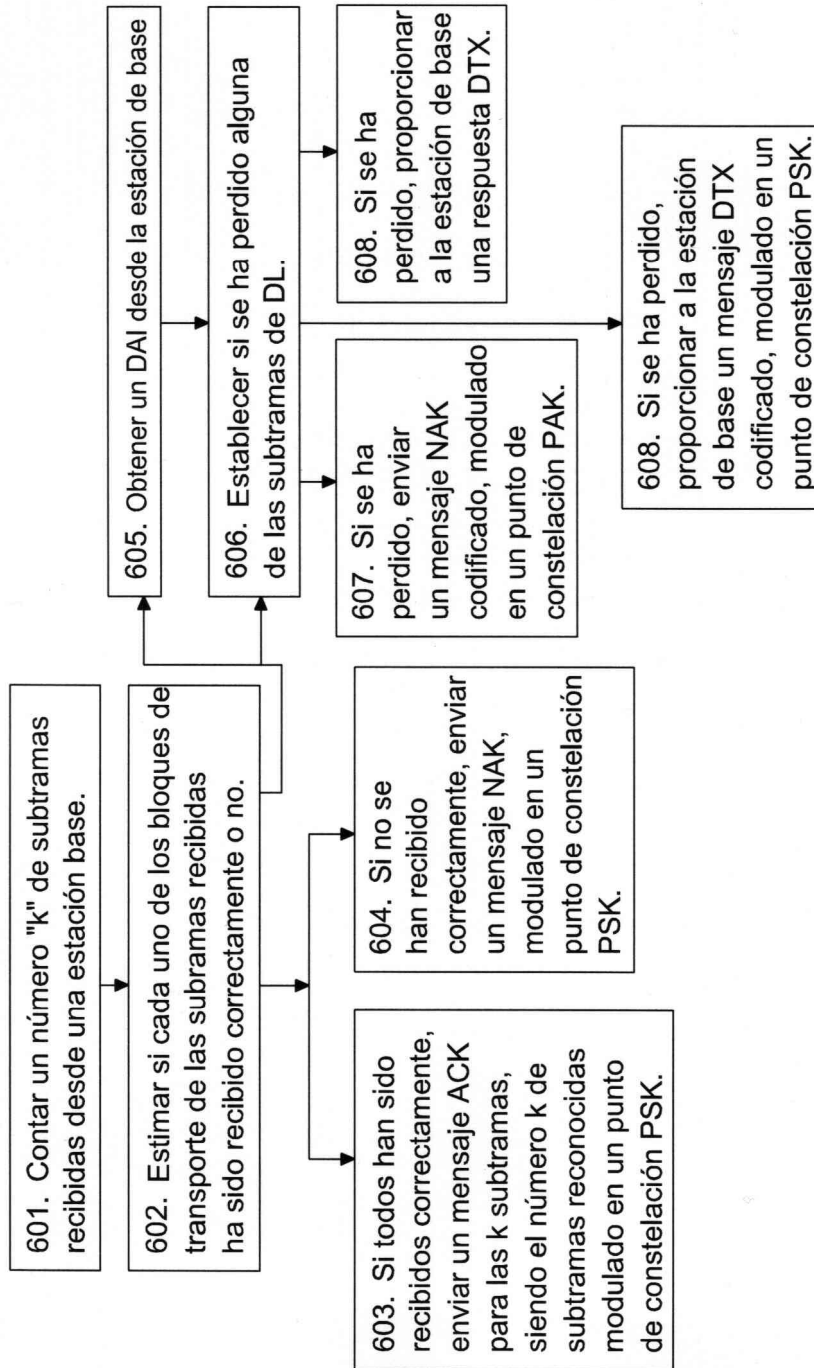


Fig. 6

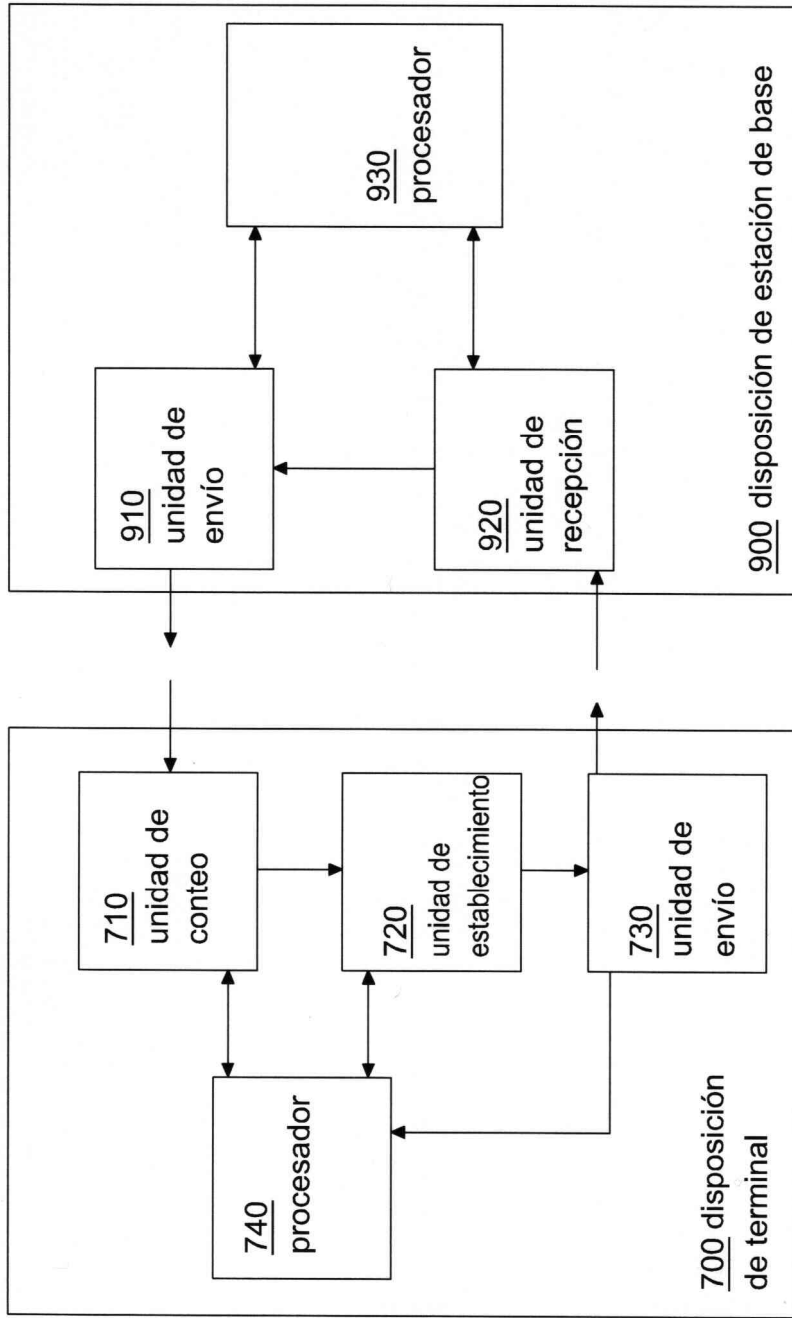


Fig. 7

Fig. 9

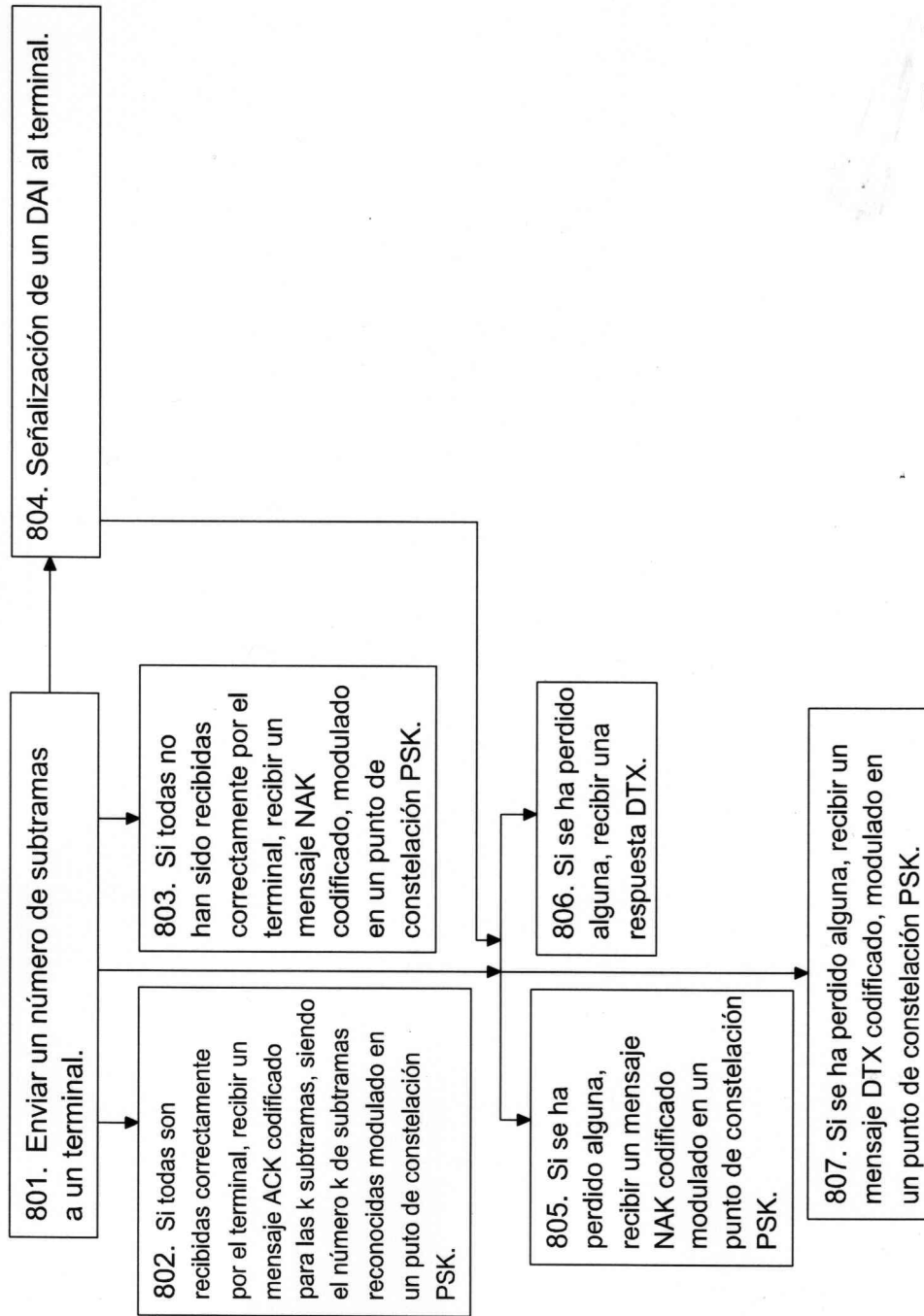


Fig. 8