

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 676**

51 Int. Cl.:  
**H04L 12/56** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09167781 .5**  
96 Fecha de presentación: **04.03.2002**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2112793**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.10.2009**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA IMPLEMENTAR UN COPROCESADOR MAC EN UN SISTEMA DE COMUNICACIONES.**

30 Prioridad:  
**05.03.2001 US 800267**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.12.2011**

73 Titular/es:  
**WI-LAN, INC.**  
**11 HOLLAND AVENUE, SUITE 608**  
**OTTAWA ON K1Y 4S1, CA**

72 Inventor/es:  
**Bourlas, Yair;**  
**Cohen, Lewis N;**  
**Reeves, Michael N. y**  
**Stanwood, Kenneth L.**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

**ES 2 369 676 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

Procedimiento y aparato para implementar un coprocesador MAC en un sistema de comunicaciones

### Antecedentes

#### Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a sistemas de comunicación inalámbrica y más particularmente a un procedimiento y aparato para la transmisión y recepción de modo eficiente de datos con un sistema de comunicaciones que incluye un coprocesador de Control de Acceso al Medio.

#### Descripción de la técnica relacionada

10 Como se ha descrito en la Patente de Estados Unidos relacionada N° 6.016.311 transferida legalmente, un sistema de comunicación inalámbrico facilita una comunicación bidireccional entre una pluralidad de estaciones de radio de abonados o unidades de abonado (fijas y portátiles) y una infraestructura de red fija. Los sistemas de comunicación de ejemplo incluyen sistemas telefónicos celulares móviles, sistemas de comunicación personal ("PCS") y teléfonos sin hilos. El objetivo clave de estos sistemas de comunicación inalámbrica es proporcionar canales de comunicación bajo demanda entre la pluralidad de unidades de abonado y sus estaciones base respectivas para conectar a un usuario de una unidad de abonado con la infraestructura de la red fija (normalmente un sistema de línea cableada).  
15 En el sistema inalámbrico que tiene esquemas de acceso múltiple se usa una "trama" de tiempo como la unidad de transmisión de información básica. Cada trama se subdivide en una pluralidad de ranuras de tiempo. Algunas de las ranuras de tiempo se usan para finalidades de control y algunas para la transferencia de información. Las unidades de abonado comunican típicamente con una estación base seleccionada usando un esquema de duplexado permitiendo de este modo el intercambio de información en ambas direcciones de la conexión.

20 Las transmisiones desde la estación base a la unidad de abonado se denominan comúnmente como transmisiones de "enlace descendente". Las transmisiones desde la unidad de abonado a la estación base se denominan comúnmente como transmisiones del "enlace ascendente". Dependiendo del criterio de diseño de un sistema dado, los sistemas de comunicación inalámbrica de técnicas anteriores han usado típicamente procedimientos o bien de duplexado por división de tiempo ("TDD") o bien de duplexado por división de frecuencia ("FDD") para facilitar el intercambio de información entre la estación base y las unidades de abonado. En un sistema TDD, se transmiten y reciben datos en un único canal. Un sistema TDD típico asignará una parte de cada trama a los datos de transmisión y una parte restante a los datos de recepción. Alternativamente, un sistema FDD transmite y recibe datos simultáneamente. Más específicamente, un sistema FDD típico puede transmitir una trama de datos completa en un primer canal, mientras recibe simultáneamente una trama de datos completa en un segundo canal. Ambos sistemas TDD y FDD de duplexado son bien conocidos en la técnica.

35 Recientemente, se han propuesto redes de comunicaciones inalámbricas de banda grande o "banda ancha" para el suministro de servicios de banda ancha mejorados tales como voz, datos y video. El sistema de comunicaciones inalámbricas de banda ancha facilita la comunicación bidireccional entre una pluralidad de estaciones base y una pluralidad de estaciones de abonado fijas o Equipamientos en Instalaciones del Cliente ("CPE"). Un sistema de comunicación inalámbrico de banda ancha de ejemplo se describe en la Patente de Estados Unidos N° 6.016.311, y se muestra en el diagrama de bloques de la FIGURA 1. Como se muestra en la FIGURA 1, el sistema de comunicación inalámbrica de banda ancha de ejemplo 100 incluye una pluralidad de células 102. Cada célula 102 contiene una estación base 106 y una matriz de antenas activas 108. Cada célula 102 proporciona una conectividad inalámbrica entre la estación base de la célula 106 y una pluralidad de CPE 110 situadas en emplazamientos fijos del cliente 112 a través del área de cobertura de la célula 102. Además, cada uno de los CPE 110 se conecta a una pluralidad de conexiones de usuario final, que puede incluir tanto clientes residenciales como de negocios. En consecuencia, las conexiones del sistema de usuario final tienen necesidades de uso y de requisitos de ancho de banda diferentes y variadas. Cada célula puede dar servicio a varios cientos o más de CPE residenciales y de negocios 110 y cada CPE 110 puede dar servicio a varios cientos o más de conexiones de usuario.

50 El sistema de comunicación inalámbrico de banda ancha 100 proporciona un verdadero "ancho de banda bajo demanda" a la pluralidad de CPE 110. Los CPE 110 solicitan asignaciones de ancho de banda desde sus respectivas estaciones base 104 en base al tipo y calidad de servicio solicitado por las conexiones de usuario final servidas por los CPE 110. Cada CPE 110 puede incluir una pluralidad de conexiones de usuario final, usando potencialmente cada una de las conexiones un servicio de banda ancha diferente. Diferentes servicios de banda ancha tienen diferentes requisitos de ancho de banda y latencia. El tipo y calidad de los servicios disponibles para las conexiones de usuario final son variables y seleccionables. La cantidad de ancho de banda dedicado a un servicio dado se determina por la velocidad de información y la calidad de servicio ("QoS") requeridos para ese servicio (y también teniendo en cuenta el ancho de banda disponible y otros parámetros del sistema). Por ejemplo, los servicios de datos continuos de tipo T1 requieren típicamente mucho ancho de banda que tenga una latencia de suministro bien controlada. Hasta la finalización, este servicio requiere una asignación de ancho de banda constante para cada trama. Por el contrario, ciertos tipos de servicios de datos tales como los servicios de datos del protocolo de Internet ("TCP/IP") van a ráfagas, a menudo inactivos (lo que en cualquier instante puede requerir un ancho de

banda cero) y son relativamente insensibles a variaciones por retardos cuando están activos.

Los sistemas de comunicación de técnicas anteriores incluyen típicamente un control de acceso al medio ("MAC") que asigna un ancho de banda disponible a uno o más canales físicos en el enlace ascendente y el enlace descendente. Dentro de las subtramas del enlace ascendente y del enlace descendente, el MAC de la estación base asigna el ancho de banda disponible entre los varios servicios dependiendo de las prioridades y reglas impuestas por su calidad de servicio ("QoS"). El MAC transporta datos entre las capas superiores, tales como la TCP/IP y una capa física, tal como un canal físico. De acuerdo con la técnica anterior, el MAC es software que se ejecuta en un procesador en la estación base. Cuando llegan solicitudes para ancho de banda desde los CPE 110, el software de MAC debe asignar el ancho de banda de la trama entre todas las solicitudes recibidas. Si se recibe por el MAC un elevado volumen de datos inesperado (solicitudes de ancho de banda, por ejemplo), hay una posibilidad de que el software pueda no ser capaz de responder en tiempo real. Si el software del MAC no puede responder en tiempo real, se perderán datos. Por ejemplo, el software del MAC puede no ser capaz de procesar todos los datos entrantes a tiempo para transmitirlos en el tiempo de la trama actual. Esto puede dar como resultado que se retrase la transferencia de datos y posiblemente se pierdan por el CPE 110 receptor. Alternativamente, los datos pueden ser descartados por el MAC, corrompiendo posiblemente grandes cantidades de datos. Es deseable por lo tanto un MAC que pueda responder en tiempo real a un elevado volumen de datos. Además, es deseable un sistema que permita un rendimiento de datos más elevado que un software de MAC.

Se desvela una técnica para la gestión de flujos de prioridad en redes inalámbricas en el documento WO 00/13436. Esta solicitud describe redes inalámbricas en las que se transmiten flujos IP que tienen diferentes clases de QoS a través de diferentes canales de radio en base a indicadores de calidad en los paquetes IP.

### **Sumario de la invención**

De acuerdo con un aspecto de la invención se proporciona un procedimiento de transmisión de una trama de datos del enlace ascendente en un sistema de comunicación inalámbrico, transportando la trama de datos del enlace ascendente una pluralidad de paquetes de datos entre una pluralidad de Equipamientos en Instalaciones de Cliente, denominados en el presente documento como CPE y una estación base, estableciendo cada uno de la pluralidad de CPE una o más conexiones de usuario final con la estación base y en la que la estación base transmite asignaciones de ancho de banda a los CPE en la forma de un mapa del enlace ascendente, en el que un CPE específico (i) almacena los datos del enlace ascendente recibidos desde las conexiones de usuario final servidas por ese CPE específico en una memoria intermedia de datos del enlace ascendente, (ii) prioriza los datos del enlace ascendente almacenados en la memoria intermedia de datos del enlace ascendente de acuerdo con un parámetro de prioridad asignado a cada una de las conexiones de usuario final, (iii) identifica en el mapa del enlace ascendente recibido desde la estación base una ranura de datos planificada asignada a ese CPE específico dentro de una trama del enlace ascendente, (iv) construye una ráfaga de datos a partir de los datos almacenados en la memoria intermedia de datos del enlace ascendente para su transmisión en la ranura de datos planificada de la trama del enlace ascendente mediante la extracción de los datos desde la memoria intermedia de datos del enlace ascendente (456) en un orden determinado por la priorización, (v) transmite la ráfaga de datos a la estación base (104) en la ranura de datos planificada en una trama del enlace ascendente compartida con datos del enlace ascendente desde uno o más de los otros CPE (110).

De acuerdo con otro aspecto de la invención se proporciona un equipamiento en instalaciones del cliente, denominado en el presente documento como un CPE, para el establecimiento de comunicación entre una pluralidad de usuarios finales y una estación base en un sistema de comunicación inalámbrico en el que se transmiten datos en una trama de datos del enlace ascendente que contiene una pluralidad de paquetes de datos y en la que la estación base transmite asignaciones de ancho de banda al equipamiento en instalaciones del cliente en la forma de un mapa del enlace ascendente, comprendiendo el CPE 454) (i) una memoria intermedia para el almacenamiento de los datos del enlace ascendente recibidos desde los usuarios finales, (ii) una tabla de búsqueda para el almacenamiento de parámetros de prioridad asignados a las conexiones de usuario final y (iii) un procesador configurado para almacenar los datos del enlace ascendente recibidos desde una pluralidad de conexiones de usuario final en la memoria intermedia de datos del enlace ascendente, priorizar los datos del enlace ascendente en la memoria intermedia de datos del enlace ascendente de acuerdo con un parámetro de prioridad recuperado de la tabla de búsqueda, identificar en un mapa del enlace ascendente recibido desde la estación base una ranura de datos planificada asignada al CPE dentro de una trama de datos del enlace ascendente, determinar la cantidad de ancho de banda del enlace ascendente que puede encajar en una ranura de datos planificada asignada al CPE en la trama de datos del enlace ascendente para el esquema de modulación específico usado por el CPE; construir una ráfaga de datos a partir de los datos almacenados en la memoria intermedia de datos del enlace ascendente para su transmisión en la ranura de datos planificada en un orden determinado por la priorización y transmitir la ráfaga de datos a la estación base en la ranura de datos planificada en una trama de datos del enlace ascendente compartida con los datos del enlace ascendente desde uno o más de los otros CPE en base al mapa del enlace ascendente recibido desde la estación base.

En una realización de la presente invención, se conecta un coprocesador de MAC al MAC de la estación base. El coprocesador de MAC puede tomar una parte de la carga de trabajo del MAC, que se implementa por software, mediante la realización de muchas de las tareas realizadas típicamente por los MAC de técnicas anteriores. Estas

tareas pueden incluir, durante un enlace descendente, la clasificación de los datos de acuerdo con la prioridad, el almacenamiento de una trama de datos de la prioridad más elevada, la clasificación de la trama de datos de acuerdo con el tipo de modulación, tipo de corrección de error directo ("FEC"), ID de la conexión del usuario final u otros criterios, añadiendo un conjunto de ajustes de CPE a la trama de datos y añadiendo información de la capa física (usada por el módem) a la trama de datos. Durante un enlace ascendente, de acuerdo con la presente invención, el coprocesador de MAC recibe todos los datos y enruta los datos o bien al MAC o a una transmisión intermedia de la red. En los procesos tanto del enlace descendente como del enlace ascendente, que tengan un coprocesador de MAC trabajando en conjunto con el MAC se puede aumentar significativamente el rendimiento del sistema de comunicación.

De acuerdo con la presente invención, el presente procedimiento inventivo transmite datos de enlace descendente directamente desde un módulo de QoS al coprocesador de MAC ("MCP") para almacenamiento, clasificación y actualización. En otras palabras, el software de MAC tiene una carga mucho más ligera debido a que nunca ve los datos reales. Una vez que se reciben los datos por parte del MCP, el MCP lee una serie de ajustes del CPE desde la tabla de búsqueda. Los ajustes del CPE pueden incluir, entre otros, el tipo de modulación, el tipo de FEC, activación/desactivación del cifrado, clave de cifrado y número de clave para el CPE particular que se pretende reciba los datos del enlace descendente actual. Los datos se almacenan a continuación en una memoria intermedia, se clasifican de acuerdo con el tipo de modulación, tipo de FEC o ID de conexión de la conexión actual (el término "conexiones", como se usa en el presente documento, se refiere al flujo de datos de un usuario final acoplado a un CPE). En una realización, el MCP implementa un MAC orientado a la conexión que transporta datos desde un flujo de datos de usuario final sin conexión, por ejemplo, IP. El MCP añade ciertos ajustes del CPE al paquete de datos en la memoria intermedia que son necesarios para que el CPE pretendido reconozca y reciba los datos. Además, el MCP añade ajustes de la capa física que son necesarios para que el módem transmita los datos en el formato apropiado. El MCP continúa recibiendo paquetes de datos desde el módulo de QoS hasta pasado un periodo predeterminado y envía a continuación la trama de datos al módem. Si la trama de datos está completa antes de que haya pasado el periodo predeterminado, el MCP puede no recibir ningún otro paquete de datos desde el módulo de QoS hasta que haya pasado el periodo predeterminado y la trama de datos actual se haya enviado al módem. De ese modo, el MCP debe determinar cuántas ranuras físicas se requieren para cada paquete de datos recibidos desde la QoS, en la modulación y ajustes de FEC del CPE respectivo. Si la trama de datos no está completa cuando ha tenido lugar la expiración del periodo predeterminado, el módem puede rellenar los espacios abiertos en la trama de datos con células o bytes de relleno especificadas. En la presente divulgación, se usará un periodo predeterminado de un milisegundo en muchos ejemplos. Los expertos en la técnica reconocerán que son también muy comunes tramas de tiempo de dos milisegundos y de medio milisegundo (500 microsegundos) en sistemas TDD. Además, se contempla que se puede sustituir cualquier otro periodo de tiempo, más pequeño o más grande que un milisegundo, por el periodo predeterminado.

En otra realización, cada CPE 110 tiene un coprocesador MAC ("CMPC") para la construcción de una ráfaga de datos de enlace ascendente (una ráfaga de datos es cualquier combinación de datos de usuario e información de control). El CMPC 450 puede clasificar los datos recibidos por una pluralidad de conexiones de usuario final, priorizar los datos de acuerdo con las prioridades respectivas de cada conexión de usuario final, construir la ráfaga de datos y enviar la ráfaga de datos en el momento indicado por la subtrama del enlace ascendente. Además, un sistema que incluye los CMPC puede realizar, en cooperación con el MCP de BS 402, cualquier combinación de empaquetado/desempaquetado, compresión/descompresión de la cabecera del contenido útil y fragmentación/desfragmentación. Sin embargo, estas operaciones se pueden implementar usando otras configuraciones de hardware.

De acuerdo con la presente invención, para sistemas TDD el MAC determina un reparto del enlace ascendente/descendente ("reparto ascendente/descendente") a ser usado por el coprocesador de MAC. Más específicamente, el MAC usa información tal como, entre otras, las solicitudes de ancho de banda pendientes desde los CPE 110, ajustes de reparto ascendente/descendente de otros MAC en la misma BS y un mensaje de utilización del enlace descendente desde el coprocesador de MAC para determinar la cantidad probable de datos de enlace ascendente/descendente para la trama de tiempo posterior. De ese modo, en la determinación del reparto ascendente/descendente, el MAC divide el periodo predeterminado en una parte de enlace descendente y otra de enlace ascendente. Debido a que el MAC no conoce exactamente cuántos datos de enlace descendente estarán disponibles para transmitir, el coprocesador de MAC puede actualizar dinámicamente el reparto ascendente/descendente, permitiendo a los CPE receptores 110 conocer cuándo tendrá lugar realmente el final del proceso de enlace descendente.

### **Breve descripción de los dibujos**

La FIGURA 1 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema de comunicación inalámbrico de banda ancha.

La FIGURA 2 representa una trama de TDD y una estructura de multi-trama.

La FIGURA 2A muestra un ejemplo de una subtrama de enlace descendente que se adapta para su uso con el sistema de comunicación actual.

La FIGURA 2B muestra un ejemplo de una subtrama de enlace ascendente que se adapta para su uso con el sistema de comunicación actual.

La FIGURA 3 es un diagrama de bloques de una Tarjeta de Interfaz de Módem que incluye entradas y salidas de la misma.

5 La FIGURA 4 es un diagrama de bloques del Módulo de Control dentro de la Tarjeta de Interfaz de Módem.

La FIGURA 5 es un diagrama de bloques de módulos de alto nivel que se encuentran dentro del MAC y el coprocesador de MAC.

La FIGURA 6 es un diagrama de bloques de módulos de alto nivel que se encuentran dentro del módulo de Calidad de Servicio.

10 La FIGURA 7 es un diagrama de flujo del proceso del enlace descendente.

La FIGURA 8 es un diagrama de flujo del funcionamiento de un MAC durante una trama de tiempos de comunicación simple.

La FIGURA 9 es un diagrama de flujo del proceso del enlace ascendente.

15 La FIGURA 10 es un diagrama de bloques de una realización del módulo de control de un CPE que incluye un coprocesador de MAC.

La FIGURA 11 es un diagrama de flujo del proceso del enlace ascendente de datos desde un CPE a una BS.

**Descripción detallada de la realización preferida**

20 En toda la descripción presente, la realización preferida y los ejemplos mostrados se deberían considerar como ejemplos, en lugar de limitaciones sobre la presente invención. La expresión paquete de datos, como se usa en el presente documento, se puede referir tanto a datos de usuario, protocolos como a mensajes de control.

25 La FIGURA 1 es un diagrama de bloques de alto nivel que ilustra un sistema de comunicación inalámbrica 100. El sistema de comunicación inalámbrica 100 proporciona un enlace inalámbrico con clientes y negocios para compartir datos o acceso a una red 114, por ejemplo, la Internet. El sistema de comunicación inalámbrica 100 comprende una pluralidad de células 102. Cada célula 102 contiene una estación base ("BS") 104 y una pluralidad de equipamientos en instalaciones del cliente ("CPE") 110 localizados en emplazamientos fijos del cliente 112 en toda el área de cobertura de la célula 102. Cada CPE 110 comunica con la BS 104 a través de un enlace inalámbrico. La BS 104, a su vez, comunica con la red 114 usando un enlace de comunicaciones o "transmisión intermedia" 116. La transmisión intermedia 116 puede comprender, por ejemplo, un cable coaxial, cable de fibra óptica, enlace de microondas u otras conexiones de alto rendimiento.

30 El enlace descendente (es decir, desde la BS 104 a la pluralidad de CPE 110) del sistema de comunicación mostrado en la FIGURA 1 funciona en una forma de un punto a múltiples puntos. Como se ha descrito en la Patente de Estados Unidos relacionada N° 6.016.311, la BS central 104 incluye una matriz de antena activa sectorizada 108 que es capaz de transmitir simultáneamente a varios sectores. En una realización del sistema 100, la matriz de antena activa 108 transmite a cuatro sectores independientes simultáneamente. Dentro de un canal de frecuencia y sector de antena dados, todas las estaciones reciben la misma transmisión. La BS 104 es el único transmisor que opera en la dirección del enlace descendente, por ello transmite sin tener que coordinarse con otras BS 104. Los CPE 110 supervisan las direcciones en los mensajes recibidos y retienen solamente los datos dirigidos a ellos.

35 Los CPE 110 comparten el enlace ascendente en un modo bajo demanda que se puede controlar por la BS. Dependiendo de la clase de servicio utilizado por un CPE 110 particular, la BS 104 puede enviar a un CPE seleccionado 110 derechos continuados para transmitir en el enlace ascendente o se puede conceder el derecho de transmisión después de la recepción de una solicitud desde un CPE 110. Además de mensajes individualmente dirigidos, la BS 104 puede enviar también mensajes a grupos de emisión múltiple, así como mensajes emitidos a todos los CPE 110.

45 En una realización, la BS 104 mantiene mapas de subtramas del ancho de banda asignado al enlace descendente y al enlace ascendente. Como se describe con más detalle en la Patente de Estados Unidos N° 6.016.311, los enlaces ascendente y descendente se multiplexan preferentemente en la forma de duplexado por división de tiempo (o "TDD"). Aunque la presente invención se describe con referencia a su aplicación en un sistema TDD, la invención no está limitada a éste. Los expertos en la técnica de comunicaciones reconocerán que el presente procedimiento y aparato inventivos se pueden adaptar fácilmente para su uso en un sistema FDD.

50 En una realización adaptada para su uso en un sistema TDD, se define una trama como comprendiendo  $N$  períodos de tiempo consecutivos o ranuras de tiempo (en el que  $N$  permanece constante). De acuerdo con este enfoque "en base a tramas", las primeras  $N$  ranuras de tiempo se configuran dinámicamente (en donde  $N$  es mayor que o igual a  $N_1$ ) solamente para transmisiones del enlace descendente. Las restantes  $N_2$  ranuras de tiempo se configuran

dinámicamente solamente para transmisiones del enlace ascendente (en las que  $N_2$  es igual a  $N-N_1$ ). Bajo este esquema basado en tramas TDD, las subtramas del enlace descendente se transmiten preferentemente primero y se preceden con información que es necesaria para la sincronización de la trama.

5 Como se describe con más detalle en la Patente de Estados Unidos relacionada N° 6.016.311, en otra realización, se puede implementar un sistema de Duplexado por División de Tiempo Adaptativo ("ATDD"). En el modo ATDD, el porcentaje de tramas TDD asignadas al enlace descendente en relación al enlace ascendente es un parámetro del sistema que puede cambiar con el tiempo. En otras palabras, un sistema ATDD puede variar la relación de datos de enlace descendente a datos de enlace ascendente en tramas secuenciales en el tiempo. En términos del ejemplo anterior, en un sistema ATDD,  $N$  y  $N_2$  (en la que  $N$ , son las subtramas del enlace descendente y  $N_2$  las subtramas del enlace ascendente), pueden ser diferentes para cada trama de datos, mientras que se mantiene la relación  $N-N_1$ .  $N_2$ . Una trama de datos que se reparte entre el enlace ascendente y el enlace descendente podría ser o bien una trama TDD o bien una trama ATDD. Se contempla por lo tanto que todos los sistemas y procedimientos descritos en el presente documento con relación a una trama TDD se podrían adaptar a una trama ATDD y viceversa.

15 En otra realización más, se puede implementar un sistema FDD mediante el envío de  $N$  ranuras de tiempo de datos y la recepción de  $N$  ranuras de tiempo de datos simultáneamente en diferentes canales. En otra realización más, se puede implementar un sistema FDD semidúplex mediante el envío de  $N$  ranuras de tiempo de datos en un primer canal durante un primer período de tiempo y la recepción de  $N$  ranuras de tiempo de datos en un segundo canal durante un segundo período de tiempo, en el que los dos periodos de tiempo no se solapan.

20 La FIGURA 2 muestra una trama TDD y una estructura de trama múltiple 200 que se pueden usar por un sistema de comunicaciones (tal como el mostrado en la FIGURA 1). Como se muestra en la FIGURA 2, la trama TDD 200 se subdivide en una pluralidad de ranuras físicas ("PS") 204, 204'. En la realización de la FIGURA 2, la trama TDD 200 es de un milisegundo de duración e incluye 800 ranuras físicas. Alternativamente, la presente invención se puede usar con tramas que tengan una duración más larga o más corta y con más o menos PS. Alguna forma de codificación digital, tal como la bien conocida codificación de Reed-Solomon ("RS"), la codificación convolucional o codificación de turbo códigos, se realiza en la información digital sobre un número predefinido de unidades de bits denominadas como elementos de información de la capa física ("PI"). La modulación o tipo FEC puede variar dentro de la trama y determina el número de PS (y por lo tanto la cantidad de tiempo) requeridos para transmitir un PI seleccionado. En la realización descrita posteriormente, la descripción detallada se refiere a datos que se envían y reciben usando tres tipos de modulación diferente, concretamente, QAM-4, QAM-16 y QAM-64. En realizaciones alternativas, se puede usar cualquier otro tipo de modulación, tipo de FEC o variación de una modulación o tipo de FEC. Por ejemplo, un sistema de codificación RS puede usar diferentes variaciones o tamaños de bloque o clasificación de código, un sistema de codificación convolucional puede variar la velocidad de código, el sistema de turbo códigos puede usar cualquier tamaño de bloque, velocidad de código o clasificación de código.

35 Para ayudar en funciones periódicas, múltiples tramas 202 se agrupan en multi-tramas 206 y múltiples multi-tramas 206 se agrupan en hiper-tramas 208. En una realización, cada multi-trama 206 comprende dos tramas 202 y cada hiper-trama comprende 22 multi-tramas 206. Se pueden usar otras estructuras de tramas, multi-tramas e hiper-tramas con la presente invención. Por ejemplo, en otra realización de la presente invención, cada multi-trama 206 comprende 16 tramas 202 y cada hiper-trama comprende 32 multi-tramas 206.

40 La FIGURA 2A muestra un ejemplo de una subtrama de enlace descendente 300 que se puede usar por la BS 104 para transmitir información a la pluralidad de CPE 110. La Figura 2A muestra una subtrama del enlace descendente TDD de ejemplo. En un sistema TDD cada trama de tiempo se divide en una subtrama de enlace descendente y una subtrama del enlace ascendente. Más específicamente, durante cada trama de un milisegundo de tiempo (u otro período predeterminado), se transmite primero la subtrama del enlace descendente desde la BS 104 a todas las CPE 110 del sector, después de lo cual se recibe la subtrama de enlace ascendente por la BS 104 desde los CPE 110 particulares. La subtrama del enlace descendente 300 es dinámica, de modo que puede ser diferente en tramas de tipo secuenciales dependiendo de, entre otros, un reparto ascendente/descendente determinado por el MAC 420. En un sistema FDD, la trama de tiempo no se divide entre datos de enlace ascendente y de enlace descendente. En su lugar, una subtrama de enlace descendente FDD es una trama completa de datos de enlace descendente (por ejemplo, un milisegundo) en un primer canal, y una subtrama de enlace descendente es una trama completa de datos del enlace ascendente en un segundo canal. En un sistema FDD típico la subtrama de enlace descendente y la subtrama de enlace ascendente se pueden transmitir simultáneamente durante el mismo periodo predeterminado. Por ello, en un sistema FDD tanto la BS 104 como los CPE 110 pueden recibir y transmitir al mismo tiempo, usando canales diferentes. En otra realización, la subtrama del enlace descendente y la subtrama del enlace ascendente no se pueden transmitir al mismo tiempo, aunque aún usan diferentes canales.

55 La subtrama 300 del enlace descendente comprende preferentemente una cabecera de control de trama 302, una pluralidad de PS de datos del enlace descendente 304 agrupadas por cualquier combinación de tipo de modulación, tipo de FEC, índice de CPE e ID de conexión (por ejemplo PS de datos 304 moduladas usando un esquema de modulación QAM-4, PS de datos 304' moduladas usando QAM-16, etc.) y posiblemente separadas por espacios de transición de modulación asociados ("MTG") 306 usados para separar datos modulados de modo diferente y un espacio de transición de transmisión/recepción 308. En cualquier subtrama del enlace descendente seleccionada, uno cualquiera o más de los bloques de datos modulados de modo diferente pueden estar ausentes. En una

realización, los MTG 306 son de una duración de 0 (“cero”) PS. La cabecera de control de trama 302 contiene un preámbulo 310 que se usa por la capa del protocolo física (o “PHY”) para finalidades de sincronización y ecualización. La cabecera de control de trama 302 incluye también secciones de control tanto para la PHY (312) como para el MAC (314). Una subtrama de enlace descendente FDD puede ser sustancialmente idéntica a la estructura de la FIGURA 2A, pero sin un espacio de transición Tx/Rx 308.

La PS de datos del enlace descendente 304 se usa para la transmisión de datos y mensajes de control a los CPE 110. Estos datos están preferentemente codificados (usando un esquema de codificación de Reed-Solomon, por ejemplo) y se transmiten con la modulación actualmente usada por el CPE seleccionado. En una realización, los datos se transmiten en una secuencia de modulación predefinida: tal como QAM-4, seguida de QAM-16, seguida por QAM-64. Los espacios de transición de modulación 306, si están presentes, se usan para separar los esquemas de modulación usados para transmitir datos. La parte de Control de PHY 312 de la cabecera de control de la trama 302 contiene preferentemente un mensaje de emisión que indica la identidad de la PS 304 en la que cambia el esquema de modulación. Finalmente, como se muestra en la FIGURA 2A, el espacio de transición de Tx/Rx 308 separa la subtrama del enlace descendente de la subtrama del enlace ascendente.

La Figura 2B muestra un ejemplo de una subtrama de enlace ascendente 320 que se adapta para su uso con el sistema de comunicación presente. Las CPE 110 (Figura 1) usan la subtrama de enlace ascendente 320 para transmitir información (que incluye solicitudes de ancho de banda) a sus BS asociadas 104. Como se muestra en la Figura 2B, hay tres clases principales de mensajes de control MAC que se transmiten por los CPE 110 durante la trama de enlace ascendente: (1) aquellos que se transmiten en ranuras de competición reservadas para el registro de las CPE (Ranuras de Competición por Registro 322); (2) aquellos que se transmiten en ranuras de competición reservadas para respuestas a consultas de difusión múltiple y de emisión para asignación de ancho de banda (Ranuras de Competición de Solicitud de Ancho de Banda 324) y aquellos que se transmiten en un ancho de banda asignado específicamente a CPE individuales (Ranuras de Datos Planificadas para CPE 326).

El ancho de banda asignado para ranuras de competición (es decir la ranuras de competición 322 y 324) se agrupa conjuntamente y se transmite usando un esquema de modulación predeterminado. Por ejemplo, en la realización mostrada en la Figura 2B la ranuras de competición 322 y 324 se transmiten usando una modulación QAM-4. El restante ancho de banda se agrupa por CPE. Durante una subtrama de enlace ascendente, cada CPE 110 respectivo transmite con una modulación y tipo de FEC fijo durante sus tiempos de enlace ascendente respectivos. La subtrama de enlace ascendente 320 incluye una pluralidad de espacios de transición de CPE (CTG) 328 que sirven para una función similar a los espacios de transición de modulación (MTG) 306 descritos anteriormente con referencia a la Figura 2A. Esto es, los CTG 328 separan las transmisiones desde los varios CPE 110 durante la subtrama de enlace ascendente 320. En una realización, los CTG 328 tienen una duración de 2 ranuras físicas. Una CPE transmisora transmite preferentemente una PS de preámbulo durante la segunda PS del CTG 328 permitiendo de ese modo a la estación base sincronizar con el nuevo CPE 110. Múltiples CPE 110 pueden transmitir en el periodo de competición de registro simultáneamente dando como resultado colisiones. Cuando tiene lugar una colisión la estación base puede no responder. Las tramas del enlace descendente y del enlace ascendente proporcionan un mecanismo para transporte de datos en capas en un sistema de comunicación inalámbrica.

Cada CPE 110 solicita ancho de banda de enlace ascendente de sus respectivas BS 104 y mediante el envío de una solicitud en una ranura de competición de solicitud de ancho de banda 324, superponiendo una solicitud en lugar de disminuir la prioridad de datos o colocando un bit de sondéame en la cabecera de datos del enlace ascendente. Un CPE 110 que no tuviese asignada ninguna parte de la subtrama del enlace ascendente actual puede o bien solicitar ancho de banda mediante el envío de una solicitud durante la trama de tiempo de la ranura de competición de solicitud de ancho de banda 324 o, alternativamente, si el CPE 110 tiene una prioridad más alta que otra CPE 110 que tenía asignado un ancho de banda de enlace ascendente, el CPE 110 de prioridad más alta puede ‘robar’ suficiente ancho de banda de los CPE 110 de prioridad más baja para enviar una solicitud de ancho de banda. Si un CPE 110 específico tiene asignada una parte de la subtrama del enlace ascendente actual, pero tiene datos adicionales que no encajan en el tiempo asignado, el CPE 110 puede establecer un bit de sondéame (en su cabecera de enlace ascendente) que dice a la BS 104 que el CPE 110 específico necesita ser dotado de más ancho de banda. El proceso de solicitudes de enlace ascendente de CPE se describirá adicionalmente en la Figura 11 a continuación.

La FIGURA 3 es un diagrama de bloques de nivel superior de una Tarjeta de Interfaz de Módem (“MIC”), dentro de una BS 104. En general, los circuitos de la FIGURA 3 se encuentran en la BS 104 y controlan una antena. Como se ha mencionado anteriormente, cada célula que es servida por una BS particular 104 se divide en una pluralidad de sectores. En una realización, una célula se divide en cuatro sectores (en ángulos de noventa grados entre sí), siendo servido cada uno de los sectores por una antena diferente. La FIGURA 3 ilustra los circuitos dentro de la estación base, es decir MIC 128, que se usan para la interfaz con la unidad exterior 108 con la transmisión intermedia 116. En una realización, cada uno de los cuatro MIC 128 dentro de la misma BS 104 tiene una interfaz directa con la transmisión intermedia 116. En otra realización, la transmisión intermedia 116 se reparte previamente a su conexión a cualquiera de los MIC 128 en la misma BS 104.

En una realización del sistema de comunicación inalámbrica 100, cada MIC 128 puede incluir una interfaz de entrada/salida 150, un módulo de control (“CM”) 132, un módem 135, un bus 134 que conecta el CM 132 con el

módem 135, un módem de Modulación por Desplazamiento de Frecuencia (“FSK”) 138 y un procesador de faltas en el bus 121. En una realización, estos componentes se incorporan en una única tarjeta que permite al MIC 128 ser montado en un bastidor en una caja de unidad interior (“IDU”), que es una caja de tamaño normalizado usada en la técnica. Esta disposición permite además al MIC 128 su cambio en caliente, lo que facilita el mantenimiento y permite el crecimiento. Los expertos en la técnica reconocerán que estos componentes se pueden disponer alternativamente entre múltiples tarjetas y en múltiples localizaciones.

Como se ilustra en la FIGURA 3, el CM 132 se enlaza con la interfaz de entrada/salida 150 que se fija a la transmisión intermedia 116 y a la tarjeta de interfaz de controlador 113. El CM 132 recibe datos en paquetes desde la interfaz de entrada/salida 150 y los transmite al módem 135 para su modulación antes de ser enviados a la unidad exterior (“ODU”) 108 a través del cable de banda ancha 129, tal como se proporciona mediante un cable RG-6. El CM 132 transmite datos por medio del bus 134 al módem 135. El módem 135 puede incluir una Matriz de Puertas Programable en Campo (“FPGA”) o un Circuito Integrado de Aplicación Específica (“ASIC”) 136 que almacenan instrucciones para el control de otros subcomponentes del MIC 128. Por ejemplo, la FPGA o el ASIC 136 pueden comunicar con el módem de Modulación por Desplazamiento de Frecuencia (“FSK”) 138 para enviar mensajes de control modulados en FSK desde el MIC 128 a través del cable 129 a la ODU 108. De modo similar, la ODU 108 puede responder con mensajes de respuesta. Se conecta un procesador de faltas en el bus 121 al CM 132 y es operativo para notificar faltas nativas del MIC 128 a un controlador del sistema o supervisor de defectos del sistema 113 para un análisis adicional.

La FIGURA 4 es un diagrama de bloques del módulo de control (“CM”) 132 en el MIC 128. El CM 132 comprende, en general, un Procesador de Control 414 operativo para ejecutar el software del MAC 410, un módulo de Calidad de servicio (“QoS”) 412 operativo para recibir y priorizar los datos del CPE 110 desde la interfaz de entrada/salida 150, y un Coprocesador de MAC (“MCP”) 402 operativo para almacenar y clasificar una trama de datos para su salida al módem 135. La operación de cada uno de estos componentes se explicará con más detalle a continuación.

En una realización, los datos 133 llegan al QoS 412 desde la interfaz de entrada/salida 150. Como se ha establecido anteriormente, cada CPE 110 se conecta a una pluralidad de conexiones de usuario final (“conexiones”), usando potencialmente cada una de las conexiones un servicio de banda ancha diferente. Como tal, cada conexión tiene una prioridad asignada, entre otros parámetros de QoS, que usa la QoS 412 para determinar qué paquetes de datos se enviarán primero. La QoS 412 prioriza los datos 133 de acuerdo con los parámetros de QoS respectivos de la conexión a la que se dirigen los paquetes de datos. La QoS 412 puede usar estos parámetros en conjunto con muchas técnicas que son bien conocidas en la técnica, tales como colas de ponderación imparcial y de planificación circular (véase la FIGURA 6), para determinar la prioridad de datos. El MCP 402 recibe un control PHY/MAC y mensajes de protocolo MAC desde el MAC 410, extrae paquetes de datos desde la QoS 412, recupera los ajustes del CPE 110 (tal como modulación y FEC) desde la Tabla de Búsqueda (“LUT”) 406, almacena los paquetes de datos en la memoria intermedia 408 hasta que ha finalizado la trama de tiempo respectiva (es decir ha tenido lugar la expiración del periodo predeterminado) y clasifica los paquetes de datos de acuerdo con el tipo de modulación, tipo de FEC, índice de CPE o ID de conexión de la conexión respectiva. Cuando ha transcurrido el periodo predeterminado (por ejemplo un milisegundo), los datos en la memoria intermedia se transfieren al módem 135.

En una realización, un MCP por hardware 402 incluye un coprocesador 404 que tiene una interfaz con un hardware de QoS 412 y un MAC 410 implementado como software ejecutado por un procesador de control 414. Los sistemas de técnicas anteriores realizan típicamente las funciones tanto del MAC 410 como del MCP 402 usando software implementado en el Procesador de Control 414.

En otra realización, la funcionalidad de QoS se realiza por el MCP, eliminando así la necesidad de un IC de QoS separado y posiblemente reduciendo la cantidad de espacio físico requerido para implementar un sistema así. Esta realización alternativa puede implementar todas las funcionalidades del módulo de QoS descritas con relación a la Figura 6 en el MCP 402.

La FIGURA 5 es un diagrama de bloques de módulos funcionales de nivel superior del MAC 410 y MCP 402. El término “módulo”, como se usa en el presente documento, significa, pero sin limitarse a, un componente de software o hardware, tal como una FPGA o un ASIC, que realiza ciertas tareas. Se puede configurar ventajosamente un módulo para residir en un medio de almacenamiento que se pueda direccionar y se puede configurar para ejecutarse en uno o más procesadores. Por ello, un módulo puede incluir, a modo de ejemplo, componentes, tal como componentes de software, componentes de software orientado a objetos, componentes de clase y componentes de tareas, procesos, funciones, atributos, procedimientos, subrutinas, segmentos de código de programa, controladores, firmware, microcódigos, circuitos, datos, bases de datos, estructuras de datos, tablas, matrices y variables. La funcionalidad proporcionada en los componentes y módulos se puede combinar en menos componentes y módulos o separarse adicionalmente en componentes y módulos adicionales. Adicionalmente, los componentes y módulos se pueden implementar ventajosamente para su ejecución en uno o más ordenadores.

Módulos MAC

Con referencia a la Figura 5, el módulo de coordinación MAC 506 comunica con otros MAC 410 en la misma BS 104. En general, el módulo de coordinación MAC 506 intenta coordinar las fases de transmisión y recepción de todos los MAC 410 en la misma BS 104, de modo que se minimice la interferencia de RF. En una realización simplificada, cada BS 104 da servicio a una célula compuesta de cuatro sectores iguales. Cada uno de los cuatro sectores está servido por un MAC y antenas separadas. Debido a que las antenas se pueden situar próximas entre sí, hay una posibilidad de interferencias de la señal. Por ejemplo, si dos antenas dan servicio a sectores separados 180 grados (es decir las antenas están espalda contra espalda), la interferencia puede ser más probable si una antena está transmitiendo datos (enlace descendente) mientras la otra está recibiendo datos (enlace ascendente). De acuerdo con la presente invención, los MAC 410 en una única BS 104 pueden coordinarse entre sí y, por lo tanto, disminuir las interferencias de la señal.

En un sistema ATDD o TDD, el módulo de coordinación de MAC 506 proporciona información al módulo de reparto ascendente/descendente 502 que se usará en la determinación del reparto ascendente/descendente. En una realización, cada MAC 410 en una única BS 104 usa el mismo reparto ascendente/descendente. En otra realización, sólo aquellos MAC 410 que controlan antenas que dan servicio a sectores opuestos (es decir, antenas que están separadas 180 grados) usan el mismo reparto ascendente/descendente. En otra realización más, cada MAC 410 en la BS 104 determina un reparto ascendente/descendente independiente de los otros MAC 410 en la misma BS 104. Se pueden usar otros procedimientos de coordinación de un reparto ascendente/descendente del MAC entre múltiples MAC 410 mediante el módulo de coordinación del MAC 506.

En un sistema FDD, el módulo de coordinación de MAC 506 permite a los MAC 410 en una estación base específica coordinar sus planificaciones de transmisión y recepción. Por ejemplo, en una realización, las antenas adyacentes transmiten y reciben durante periodos de tiempo alternados. En otra realización, las antenas que dan servicio a sectores opuestos (es decir antenas que están separadas 180 grados) pueden transmitir y recibir durante periodos de tiempo alternados. En otra realización más, el módulo de coordinación del MAC 506 puede permitir que solamente una antena en una cierta estación base transmita o reciba en cualquier instante de tiempo.

En un sistema TDD, el Módulo de Mensajes de Utilización del Enlace Descendente ("DUM") 504 recibe un DUM desde el MCP 402 que indica la cantidad de datos enviados en la última trama de transferencia y proporciona un indicador al MAC 410 de cómo de bien estimó el MAC 410 el reparto ascendente/descendente previo. Como se ha establecido anteriormente, el MAC 410 no conoce cuántos datos están esperando realmente a ser enviados en el enlace descendente y en el enlace ascendente, sino que sólo los estima en base a los factores explicados en el presente documento. Dentro del MCP 402, si una trama de datos no está completa cuando ha transcurrido un milisegundo (u otro periodo predeterminado), el dato aún se debe enviar al módem 135. En esa forma, una subtrama de enlace descendente puede estar completamente llena, parcialmente llena o completamente vacía cuando se envía al módem 135. Después de que se haya enviado cada trama de datos al módem 135, el MCP 402 envía un DUM al Módulo de DUM 504 (en el MAC 410). El Módulo de DUM 504 puede utilizar entonces el DUM para negociar un reparto de enlace ascendente diferente en la trama de datos posterior.

En un sistema TDD el Módulo de reparto ascendente/descendente 502 determina la cantidad de datos de enlace descendente que está permitida en la trama de datos actual. Por ejemplo, en una realización cada trama de datos tiene una trama de tiempo de un milisegundo. Dependiendo de varios factores, explicados a continuación, el Módulo de reparto ascendente/descendente 502 puede asignar 500 microsegundos al enlace descendente y 500 microsegundos al enlace ascendente, es decir, un reparto equilibrado entre el enlace descendente y ascendente. En una trama de tiempo posterior, el módulo de reparto ascendente/descendente 502 puede necesitar asignar 700 microsegundos al enlace descendente y solamente 300 microsegundos al enlace ascendente.

El módulo de reparto ascendente/descendente 502 tiene varias entradas que se utilizan en la determinación del reparto ascendente/descendente. Dos de tales entradas se reciben desde el Módulo del Mensaje de Utilización del Enlace Descendente ("DUM") 504 y el módulo de coordinación del MAC 506 explicados anteriormente.

Además de las entradas precedentes, se pueden almacenar otros ajustes del CPE, tal como los requisitos de modulación y calidad de servicio, y que el módulo de reparto ascendente/descendente 502 se refiera a ellos en la determinación del reparto ascendente/descendente. Por ejemplo, si el MAC 420 recibe un volumen inesperadamente alto de solicitudes de ancho de banda de enlace ascendente desde los CPE 110, el módulo de reparto ascendente/descendente 502 puede asignar más tiempo para la subtrama de enlace ascendente.

El módulo de reparto ascendente/descendente sólo se encuentra en un sistema TDD. Un sistema FDD usa el mismo periodo, predeterminado, tanto para las tramas de datos del enlace descendente como del enlace ascendente. Aunque las tramas de datos del enlace descendente y del enlace ascendente no se envían necesariamente durante el mismo periodo predeterminado, las tramas de datos tienen siempre la misma duración.

El módulo de conexión de datos 508 establece conexiones tal como se instruye por el software de control de llamada. Cada conexión de datos se establece por parte de la BS 104 hacia el CPE 110. Como se ha explicado anteriormente, cada conexión puede tener ajustes de QoS diferentes. El software de control de llamada activa

conexiones durante los ajustes de QoS particulares para esa conexión particular.

El módulo de actualización del CPE 510 actualiza tanto una copia maestra de los ajustes del CPE en el MAC 410 como una copia de los ajustes del CPE en la LUT 406. Los ajustes del CPE se almacenan inicialmente cuando se registra un nuevo CPE 110 con el MAC 410. Los ajustes del CPE se actualizan posteriormente, tanto en el MAC 420 como en la LUT 406, cuando un CPE 110 específico solicita un cambio o el módulo de actualización de CPE 510 inicia un cambio. Los ajustes del CPE incluyen, entre otros, el tipo de modulación, el tipo de FEC, el marcador de activación/desactivación del cifrado, clave de cifrado y número clave particular de cada CPE 110. El MCP 402 accede a los ajustes del CPE almacenados en la LUT 406 (y actualizados por el módulo de actualización del CPE 510) para generar información de la capa física que se transmitirá al módem 135.

Los ajustes del CPE aseguran que cada CPE 110 recibe sus datos respectivos con seguridad (es decir solamente el CPE 110 pretendido recibe los datos) usando la modulación más eficiente. En una realización, cada CPE 110 usa una clave de cifrado única. El control de llamadas de la BS 104 determina si se debe activar o desactivar el cifrado y, cuando está activado el cifrado, el control de llamada selecciona una clave de cifrado. La clave de cifrado es un código de 8 bytes, que se usa para cifrar y descifrar la información enviada a y desde tanto la BS como el CPE 110. La clave de cifrado se cambia periódicamente tanto en la BS 104 como en el CPE 110 específico, de acuerdo con las instrucciones de control de llamada de la BS 104. En una realización, un sistema de comunicación usa dos claves de cifrado diferentes que se indexan por los números de clave de cifrado (por ejemplo, el número de clave de cifrado uno y el número de clave de cifrado dos). En otras realizaciones, se puede usar cualquier número diferente de claves de cifrado e indexarse por los números de clave de cifrado correspondientes. Cuando se realiza un cambio de clave de cifrado, el número de clave de cifrado se incrementa y se usa la clave de cifrado correspondiente al nuevo número clave (es decir incrementado). Por ello, cuando cambia una clave de cifrado se indica por parte del control de llamada, la BS 104 y el CPE 110 particular pueden cambiar simultáneamente a la misma clave de cifrado.

Cada CPE 110 usa varias modulaciones, tal como QAM-4, QAM-16 y QAM-64 y varios esquemas de FEC, tal como Reed-Solomon, convolucional, y de turbo códigos. Los tres tipos de modulación se pueden transmitir en una única trama de datos por y a diferentes CPE. En una trama dada, un único CPE 110 puede transmitir en más de un grupo de modulación. Por ejemplo, un CPE 110 específico puede enviar datos durante un periodo de modulación QAM-4 y enviar datos durante un periodo de modulación QAM-64 posterior dentro de la misma trama de tiempos. El MCP 402 usa los ajustes del CPE almacenados en la LUT 406 para adjuntar los datos del CPE actual con información de modulación y FEC para el módem, asegurando de ese modo que cada CPE es capaz de detectar y recibir los datos dirigidos a ese CPE específico.

El módulo de Registro de CPE 512 controla el registro de nuevos CPE. La población de CPE 110 en un sector es relativamente estática, de modo que los CPE 110 se unirán al sistema de modo poco frecuente y una vez unidos, normalmente permanecen dentro del sistema de modo indefinido. El ancho de banda se debe asignar para el registro de nuevos CPE 110, pero debido a la naturaleza relativamente estática de la población de CPE 110, las oportunidades de registro pueden ser poco frecuentes y no necesitan suceder en cada trama de tiempos, sino en algunos múltiplos de tramas. Como parte del proceso de registro, el CPE 110 debe conseguir la sincronización del enlace descendente con la BS 104. Una vez que se consigue la sincronización del enlace descendente, la CPE 110 debe pasar a través de un proceso de alcance para obtener el avance de tiempos correcto para las transmisiones del enlace ascendente. El proceso de alcance puede afectar también a la elección de las modulaciones disponibles para un CPE 110 particular para asegurar una cierta calidad de transmisión. Una vez que el CPE 110 está registrado con éxito, se almacenan una serie de ajustes del CPE tanto en el MAC 410 como en la LUT 406.

El módulo de ancho de banda del enlace ascendente 507 recibe solicitudes de ancho de banda desde los CPE 110 y asigna las subtramas de enlace ascendente disponibles entre las solicitudes recibidas. La asignación de ancho de banda de enlace ascendente es muy similar a la asignación de ancho de banda del enlace descendente (explicada a continuación con referencia al módulo de priorización 602). Las colas de datos, sin embargo, residen de modo distribuido a través de las CPE 110 individuales. En lugar de comprobar el estado de la cola directamente, el MAC 420 recibe solicitudes de ancho de banda desde los CPE 110. Usando estas solicitudes, el MAC 420 reconstruye una imagen lógica del estado de las colas. En base a su visión lógica del conjunto de colas, el MAC 420 asigna ancho de banda de enlace ascendente en una forma similar a como asigna ancho de banda de enlace descendente. El ancho de banda asignado a un CPE 110 particular, sin embargo, se envía en la forma de una asignación de ancho de banda en un mapa de enlace ascendente. El mapa de enlace ascendente asigna una cierta cantidad de ancho de banda a un CPE 110 particular, comenzando en un cierto punto en la siguiente trama de tiempos. El CPE 110 particular asigna a continuación este ancho de banda a través de sus conexiones. Debido a la naturaleza dinámica de la asignación de ancho de banda, las asignaciones se cambian constantemente, de modo que un CPE 110 puede recibir modificaciones no solicitadas al ancho de banda concedido en un modo trama a trama. Si un CPE tiene asignado menos ancho de banda para una trama que el necesario para transmitir todos los datos en espera, el CPE 110 particular debe usar sus algoritmos de QoS y de imparcialidad para dar servicio a sus colas. Además, el CPE 110 particular puede robar ancho de banda desde conexiones de una QoS inferior para superponer una solicitud de más ancho de banda.

Módulos del MCP

El módulo de almacenamiento de memoria intermedia 514 acumula datos de usuario desde la QoS 412 y mensajes del protocolo MAC asociado desde el MAC 410 durante un único tiempo. Esta información acumulada se almacena en una memoria intermedia 408, tal como una RAM. Cuando ha expirado una trama de tiempos, el contenido de la memoria intermedia 408 se transfiere al módem 135.

- 5 El módulo de Clasificación 518 clasifica los datos recibidos desde la QoS 412 de acuerdo con uno cualquiera, o una combinación de, los siguientes: tipo de modulación, tipo de FEC, índice de CPE o ID de conexión. Por ejemplo, en una realización se pueden clasificar paquetes de datos primero de acuerdo con el ID de conexión del usuario final, a continuación de acuerdo con el índice de CPE y finalmente de acuerdo con el tipo de modulación. En una realización que clasifique de acuerdo con el tipo de modulación, la memoria intermedia 408 se puede dividir en tres partes separadas etiquetadas QAM-4, QAM-16 y QAM-64. Se contempla que se puedan usar otros tipos de modulación en el futuro y, por ello el módulo de clasificación 518 puede realizar la clasificación de acuerdo con estos tipos diferentes de modulación. En otra realización que clasifique de acuerdo con el tipo FEC, la memoria intermedia 408 se puede dividir en tres partes separadas etiquetadas RS, convolucional y turbo códigos. En otra realización más la memoria intermedia se puede dividir en una pluralidad de partes para clasificar de acuerdo con el ID de conexión asociado con cada paquete de datos respectivo. La descripción detallada y las figuras del presente documento describen un sistema que clasifica de acuerdo con el tipo de modulación. Un experto en la técnica puede adaptar el sistema descrito para clasificar de acuerdo con otros criterios, tal como el tipo de modulación, tipo de FEC, índice de CPE o ID de conexión, por ejemplo.

- 20 Cuando se recibe un paquete de datos en el MCP 402 los ajustes del CPE correspondientes a ese paquete de datos se recuperan desde la LUT 406. Como se ha establecido anteriormente, el tipo de modulación es uno de los ajustes del CPE. El paquete de datos recibido se clasifica entonces en la parte de la memoria intermedia 408 que corresponde al tipo de modulación seleccionado del CPE 110 particular. Este proceso se repite para cada paquete de datos recibido por el MCP 402 y clasifica de modo efectivo las tramas de datos de acuerdo con el tipo de modulación.

- 25 El MCP 402 debe calcular, después de que se reciba cada paquete de datos, cuantas ranuras físicas (PS) se usarán por el paquete de datos actual y cuantas ranuras físicas permanecen en la subtrama del enlace descendente actual. Más específicamente, antes de que una subtrama de enlace descendente se rellene con datos, el MCP 402 determina inicialmente cuantas PS están disponibles en la subtrama del enlace descendente actual. En un sistema ATDD, el número de PS puede variar en cada trama de tiempo, mientras que en un sistema FDD, el número de PS puede permanecer constante. El MCP 402 determina a continuación cuántos PS requerirá cada paquete de datos. Esta determinación se realiza cuando se extrae un paquete de datos específico de la QoS 412 y se lee el tipo de modulación desde la LUT 406. El número de PS requeridos por un paquete de datos específico puede ser diferente dependiendo del tipo de modulación requerido para el paquete de datos específico. Por ejemplo, un paquete de datos específico puede requerir N PS si se transmite en QAM-4, N/2 PS si se transmite en QAM-16 y N/3 PS si se transmite en QAM-64. Además, el tipo de FEC usado por los CPE 110 específicos puede cambiar también el número de PS requeridas y por ello debe incluirse también en el cálculo. Una vez que el MCP 402 ha determinado cuántas PS requiere el paquete de datos actual, en la modulación CPE actual, esta cantidad se resta del número total de PS disponibles en la subtrama de enlace descendente y se convierte en el nuevo número de PS disponibles en la subtrama de enlace descendente. Este proceso se repite para cada paquete de datos recibido desde la QoS 412 hasta que el MCP 402 determina que la trama de datos está lista para su envío.

- 45 El módulo de actualización de la memoria intermedia 516 añade los ajustes del CPE a los datos de CPE respectivos almacenados en la memoria intermedia 408. Los ajustes de CPE se leen desde la LUT 406 y pueden incluir, entre otros, el tipo de modulación, la activación/desactivación del cifrado, número de clave y número de cifrado. El módulo de actualización de la memoria intermedia 516 usa los ajustes del CPE más actuales tal como se actualizan por el módulo de actualización del CPE 510. El módulo de actualización de la memoria intermedia 516 inserta también datos de control del módem en la trama de datos almacenada en la memoria intermedia 408. Por ejemplo, se debe indicar la primera y la última celda de cada tipo de modulación y el número de bloques RS en cada tipo de modulación. Esta información se usa para rellenar el mapa del enlace descendente en la parte del control PHY 312 de la cabecera de control de trama 300.

- 50 En una realización, los CPE 110 y el MCP 402 pueden realizar tres operaciones recíprocas en los paquetes de datos transmitidos, concretamente empaquetado/desempaquetado, supresión de la cabecera de contenido útil/reconstrucción de la cabecera del contenido útil y fragmentación/desfragmentación. Por ejemplo, si un CPE 110 específico es de datos empaquetados, el MCP 402 desempaquetará los datos.

- 55 El empaquetado de los paquetes de datos del enlace descendente puede tener lugar cuando se destinan múltiples paquetes de datos para la misma conexión de usuario final. Cuando no se usa el empaquetado cada paquete de datos está precedido por una cabecera de MAC. Cuando una pluralidad de paquetes de datos se destina a la misma conexión de usuario final, las cabeceras de MAC repetitivas pueden no ser necesarias y pueden desperdiciar ancho de banda. Por lo tanto, cuando se destinan una pluralidad de paquetes de datos para la misma conexión de usuario final, el MCP 402 puede incluir en la primera cabecera MAC del paquete de datos o en el paquete en sí, información

suficiente para determinar el número de paquetes de datos que siguen destinados para la misma conexión de usuario final. Esto elimina la necesidad de cabeceras MAC en los siguientes paquetes de datos destinados a la misma conexión de usuario final y puede proporcionar un ancho de banda adicional para otros datos. Cuando se empaquetan los datos del enlace descendente, el CPE 110 receptor desempaqueta los datos mediante la recreación de las cabeceras de MAC para cada paquete de datos individual. Los CPE 110 pueden también empaquetar datos, para ser desempaquetados por el MCP 402.

La supresión de cabecera del contenido útil se puede realizar cuando el paquete de la capa más elevada tiene su propia cabecera, es decir una cabecera que no se ha creado o usado por el MCP o CMCP, que no necesita ser enviada completamente en el enlace descendente. La supresión de la cabecera del contenido útil elimina una parte de la cabecera de más alto nivel, que puede a continuación reconstruirse por el CPE 110 receptor. Cuando el MCP 402 realiza la supresión de la cabecera del contenido útil, el CPE 110 realiza la reconstrucción de la cabecera del contenido útil y viceversa.

La fragmentación se puede realizar cuando un paquete de la capa más alta no puede encajar en una subtrama del enlace descendente. El paquete de la capa más alta se puede fragmentar para su transmisión a través de una serie de dos o más tramas de tiempo. Por ejemplo, un paquete de datos específico recibido desde la QoS puede rellenar N subtramas completas del enlace descendente. En lugar de asignar todo el ancho de banda del enlace descendente disponible a ese paquete de datos específico durante N tramas de tiempo, el MCP 402 puede asignar una fracción F (1/2 por ejemplo) del ancho de banda del enlace descendente al paquete de datos específico, de modo que el paquete de datos específico requiera ahora  $N * 1/F$  tramas de tiempo para el enlace descendente del paquete de datos, pero otros paquetes de datos puedan usar la fracción restante (1 - F) del ancho de banda durante el mismo periodo. El CPE 110 receptor desfragmentará las partes fragmentadas para formar el paquete de datos de la capa superior completo. En una forma similar, el CPE 110 puede fragmentar datos que el MCP 402 desfragmentará.

El MCP 402 puede realizar también una conversión parcial de paquetes de datos. Cuando el CPE 110 recibe células ATM, el MCP 402 puede convertir las células ATM en paquetes de MAC de longitud variable. El MCP 402 puede recibir las células ATM que encapsula en un protocolo de una capa superior, tal como el IP. El MCP 402 puede concatenar el contenido útil de las células ATM y enviarlo como un paquete MAC de longitud variable.

El módulo de interfaz 520 proporciona al MCP 402 una interfaz entre el módem 135, el MAC 410 y la QoS 412. Como se ha explicado anteriormente, el módem 135 recibe el contenido de la memoria intermedia 408 cada un milisegundo. El módulo de interfaz 520 permite al MAC 410 la interfaz con el MCP 402 mediante el envío del reparto ascendente/descendente actual, el mensaje de control PHY/MAC y mensajes de protocolo MAC desde el MAC 410 al MCP 402 y el envío de la DUM actual desde el MCP 402 al MAC 410. La QoS 412 transmite datos de usuario al MCP 402 a través del módulo de interfaz 520.

El módulo de enrutado 522 recibe datos de enlace ascendente desde los CPE 110 y enruta los datos a la localización apropiada. El módulo de enrutado 522 determina si los datos son datos de protocolo MAC o datos de usuario a ser enviados a la interfaz de entrada/salida 150. Esta determinación se lleva a cabo usando el ID de conexión, tal como se asigna por el control de llamada de la BS, que se incluye en cada cabecera de paquete. Si los datos son datos de protocolo MAC, los datos se envían al MAC 410 para su procesamiento. Alternativamente, si los datos son datos de usuario que eventualmente necesitan alcanzar la transmisión intermedia 116, los datos se envían a la interfaz de entrada/salida 150.

#### Módulos de QoS

La FIGURA 6 es un diagrama de bloques de los módulos de alto nivel dentro de la QoS 412.

El módulo de priorización 602 usa un algoritmo de imparcialidad específico para priorizar el orden de envío de datos de acuerdo con cada parámetro de QoS respectivo de la conexión, incluyendo un nivel de prioridad. Dado que en cada paquete de datos existe la QoS 412 ésta está precedida con un índice CPE de 10 bits que identifica al CPE 110 particular que ha de recibir el paquete de datos particular. En una realización, hay tres algoritmos de imparcialidad básicos que se implementan, concretamente: colas de Grant continuas, de ponderación imparcial y de planificación circular. Sin embargo, se pueden usar más o menos algoritmos dependiendo, por ejemplo, de los tipos de servicios o conexiones disponibles, el número o tipo de conexiones, etc.

Las colas de Grant Continuas ("CG") pueden tener el algoritmo de imparcialidad más simple. Todos los datos en estas colas se deben enviar en cada trama. Si hay un ancho de banda insuficiente, el módulo de descarte 604 descarta datos inteligentemente.

Las colas ponderadas imparcialmente requieren que todas las conexiones en una calidad de servicio particular tengan una ponderación asignada a ellas para determinar el porcentaje del ancho de banda disponible que tiene derecho a recibir. La ponderación se deduce de uno de tres parámetros de clasificación de datos, dependiendo de los parámetros contractuales de la conexión provisionada. Estos parámetros pueden incluir (1) datos pendientes, (2) velocidad garantizada y (3) velocidad media. En una realización, la ponderación para una conexión particular es la cantidad de datos pendientes para la conexión, expresada como porcentaje de los datos totales pendientes en la

cola. Dado que la cantidad de datos pendientes es dinámica, las ponderaciones para estos tipos de colas se deben recalcular para cada trama en la que hay un ancho de banda insuficiente para enviar todos los datos en la cola afectada. Cuando se usa una cola ponderada imparcialmente, la granularidad de las asignaciones de ancho de banda pueden ser demasiado gruesas para permitir una asignación ponderada basada en un porcentaje perfecto a lo largo de las conexiones en la cola. Esto puede dar como resultado que algunas colas no reciban ningún ancho de banda en una trama particular. Para asegurar que la aparición de esta condición está imparcialmente distribuida a través de las conexiones en la cola, las conexiones que no reciban ancho de banda se les da prioridad la siguiente vez que existan condiciones de ancho de banda insuficientes para la cola. Para las colas con ponderaciones basadas en velocidades garantizadas o promedio, algunas conexiones pueden no tener suficientes datos pendientes para usar todo el ancho de banda al que tienen derecho en base a su ponderación calculada. En estos casos, el ancho de banda no usado de la conexión (dentro de los límites de la granularidad de asignación) se distribuye imparcialmente a través de las conexiones con exceso de datos pendientes.

El algoritmo de imparcialidad de planificación circular ("Round Robin") se usa para las conexiones mejores posibles en las que todas las conexiones tengan igual ponderación. Cuando existe un ancho de banda insuficiente para transmitir todos los datos en la cola en una trama particular, se asigna un ancho de banda a las conexiones en una forma de planificación circular con cada conexión recibiendo un bloque de ancho de banda hasta el máximo específico de cola. A las conexiones que no reciban ancho de banda se les concede una prioridad la próxima vez que exista una condición de ancho de banda insuficiente.

El módulo de descarte 604 descarta inteligentemente los datos de prioridad más baja si la QoS 412 ha recibido más datos de los que encajan en la memoria intermedia de QoS. En una realización la memoria intermedia de QoS es suficientemente grande para contener datos suficientes para rellenar una pluralidad de tramas de datos.

El módulo de transmisión 606 envía los paquetes de datos de prioridad más alta al MCP 402, bajo demanda del MCP 402. Estas solicitudes se realizan siempre que se necesiten datos para rellenar la parte del enlace descendente de la trama de datos actual.

#### Proceso del enlace descendente

La FIGURA 7 es un diagrama de flujo que muestra el proceso de enlace descendente implementado por el MCP 402.

En la etapa 701, se reciben datos por la QoS 412 desde la interfaz de entrada/salida 150.

En la etapa 702, en un sistema TDD el MCP 402 recibe información de reparto ascendente/descendente desde el MAC 140. El reparto ascendente/descendente se determina por el MAC 140 como se ha descrito anteriormente con referencia al módulo de reparto ascendente/descendente 502.

Después de que el MCP 402 conozca cuánto tiempo está disponible en el enlace descendente, el MCP 402 puede calcular el número de PS totales disponibles. Este número total de PS puede ser importante en la determinación de cuántos datos se pueden enviar en modulaciones y tipos de FEC variables.

En la etapa 704, el MCP 402 recibe un mensaje de control PHY/MAC y mensajes del protocolo MAC desde el MAC 140. El mensaje de control PHY/MAC se emite a todos los CPE 110 en el sector y puede incluir información en relación a la capa física, avance de tiempo de transmisión máximo, puntos de transición de modulación del enlace descendente, fin del punto de enlace descendente, fin del punto de trama y numeración de tramas/multi-tramas /hiper-tramas. En una realización alternativa, los mensajes de control PHY/MAC se pueden determinar por el MCP, que puede eliminar las cabeceras adicionales del software MAC 140.

En una realización, el mensaje de control PHY/MAC se codifica con RS, se transmite usando una modulación QAM-4, pero no se cifra. La modulación QAM-4 se puede usar para asegurar que todos los CPE 110 son capaces de demodular los mensajes de control. En otra realización, el tipo de codificación, cifrado y modulación son específicos para cada BS 104 y MAC 140. Cuando se recibe el mensaje de control PHY/MAC por el MCP 402, se coloca inmediatamente en la memoria intermedia 408 para una transmisión posterior al módem 135 (explicada a continuación). En una realización, el mensaje de control PHY/MAC se coloca al comienzo de la sección QAM-4 de la memoria intermedia 408. Partes del mensaje de control PHY/MAC almacenados en la memoria intermedia 408 se pueden actualizar posteriormente, en la etapa 722, de acuerdo con el contenido real de la memoria intermedia 408 inmediatamente antes de la transferencia al módem 135 en la etapa 724.

Los mensajes del protocolo MAC se envían solamente a un único CPE 110 de acuerdo con la ajustes de CPE particulares. Debido a que el mensaje del protocolo MAC está dirigido a un CPE 110 específico, el ancho de banda de la trama de transferencia se puede conservar mediante la transmisión del mensaje del protocolo de MAC usando los ajustes de modulación y/o FEC del CPE 110 específico. Por ejemplo, un CPE 110 particular que usa modulación QAM-64 es capaz también de usar modulación QAM-16 y QAM-4. En lugar de modular el mensaje de protocolo dirigido a este CPE particular usando QAM-4, sin embargo, se conserva ancho de banda mediante el uso de la modulación QAM-64 más eficiente en ancho de banda. Los mensajes de protocolo MAC tienen dada la prioridad más alta, lo que significa que está siempre al principio del grupo de modulación apropiado. Debido a que se les da la

prioridad más elevada, cada MAC 410 de BS puede establecer un límite en el número de mensajes de protocolo permitidos por trama de datos (10, por ejemplo). Mientras que se necesitan típicamente muy pocos mensajes de protocolo MAC, la limitación de un número por trama de datos puede impedir que se rellene una trama de datos completa, o un grupo de modulación dentro de una trama de datos, con mensajes de protocolo que excluyan todos los datos de usuario. Cuando el MCP 402 recibe mensajes de protocolo MAC, se almacenan inmediatamente en la memoria intermedia 408 de acuerdo con el tipo de modulación del CPE 110 indicado.

Los mensajes de protocolo MAC se pueden dividir en seis categorías, concretamente registro, mantenimiento de capa física, mantenimiento de conexión, seguridad, nivelado de cargas y general. La subcategoría de registro puede incluir mensajes de registro y alcance enviados desde el CPE 110 al MAC 410 y los resultados del registro, resultados de alcance, nuevo registro y mensajes de colisión de registro enviados desde el MAC 410 al CPE 110. La subcategoría de mantenimiento de la capa física puede incluir cambio de modulación, cambio de FEC, cambio de avance de Tx y mensajes de ajuste de potencia desde el MAC 410 al CPE 110 y acuse de recibo del cambio de modulación, acuse de recibo del cambio de FEC, acuse de recibo del cambio de avance de Tx, acuse de recibo del ajuste de potencia y mensajes de solicitud de cambio de modulación del enlace descendente desde el CPE 110 al MAC 410. La subcategoría de mantenimiento de conexión puede incluir solicitudes de ancho de banda y mensajes de acuse de recibo de asignación de difusión múltiple desde el CPE 110 al MAC 410 y un mensaje de asignación de difusión múltiple del MAC 410 al CPE 110. La subcategoría de seguridad puede incluir un mensaje de secuencia de claves desde el MAC 410 al CPE 110 y un acuse de recibo de la secuencia de claves desde el CPE 110 al MAC 410. La subcategoría de nivelado de cargas puede incluir un mensaje de cambio de canal desde el CPE 110 al MAC 410 y un acuse de recibo del cambio de canal del MAC 410 al CPE 110. La subcategoría general puede incluir un mensaje general que se puede enviar en cualquier dirección, es decir al MAC 410 desde el CPE 110 o desde el MAC 410 al CPE 110.

En la etapa 708, el MCP 402 recibe un paquete de datos desde la QoS 412, incluyendo un índice CPE que se añade al principio del paquete de datos. La QoS 412 mantiene datos de enlace descendente en la cola para el MCP 402 para extraer del paquete de datos. En la etapa 708 comienza el bucle de la trama de datos (etapas 708 a 720) que rellena sistemáticamente cada trama de datos. El coprocesador 402 controla las operaciones del MCP 132 a través de las etapas 708-720. Si no hay datos en la cola por la QoS 412, el MCP 402 esperará a que los datos estén disponibles hasta que la trama de tiempo de un milisegundo esté completa. En ese punto, el MCP 402 transmitirá cualquier dato que esté actualmente en la memoria intermedia 408 al módem 135 (este proceso se explica a continuación).

En la etapa 710, en una primera realización, el MCP 402 usa el índice de CPE del paquete de datos recibido para acceder a los ajustes de CPE apropiados en la LUT 406. En una segunda realización, la funcionalidad de la QoS se realiza por el MCP 402, de modo que se reciben los paquetes de datos por el MCP 402 directamente desde la entrada/salida 150 y el MCP 402 usa el ID de conexión para determinar los ajustes de CPE apropiados para extraerlos de la LUT 406.

Como se ha establecido anteriormente, la LUT 406 se actualiza por el MAC 410 y puede contener información específica del CPE 110, tal como tipo de modulación, tipo de FEC, marcador de activación/desactivación del cifrado, número de clave y clave del cifrado. El MCP 402 puede calcular ahora el número exacto de PS requeridas para el paquete de datos actual en la modulación especificada (la modulación desde la LUT 406 que se corresponde con el CPE 110 de destino).

En la etapa 712, el MCP 402 disminuye el ancho de banda de enlace descendente disponible actualmente por el ancho de banda de paquetes de datos actual. Más específicamente, este cálculo se realiza mediante la resta del número de PS requeridos por el paquete de datos actual en la modulación del CPE 110 especificada, del número de PS disponibles en la subtrama del enlace descendente. Este cálculo se debe realizar usando PS en vez de tamaño en bruto (por ejemplo número de bytes) debido a que el número de PS requeridas para cada CPE 110 específico depende de este tipo de modulación del CPE 110 específico. Por ejemplo, un paquete de datos específico puede requerir N PS si se transmite en QAM-4, N/2 PS si se transmite en QAM-16 y N/3 PS si se transmite en QAM-64. Además, el tipo de FEC usado por el CPE 110 específico puede también cambiar el número de PS requeridas y, por ello, se debe incluir también en el cálculo. El número resultante de PS restantes se debe usar en la etapa 720 por el MCP 402 para determinar si la trama de datos actual está completa.

Entre las etapas 710 y 714, el MCP realiza cualquier combinación de empaquetado, supresión de cabecera del contenido útil y fragmentación. Como se ha explicado anteriormente, el empaquetado, la supresión de cabecera del contenido útil y la fragmentación se pueden usar para aumentar la eficiencia del sistema de comunicación.

En la etapa 714, el paquete de datos recibidos se almacena y clasifica en la memoria intermedia. Los paquetes de datos se pueden clasificar de acuerdo con cualquier combinación de los siguientes: tipo de modulación, tipo de FEC, índice de CPE e ID de conexión de usuario final. Por ejemplo, en una realización los paquetes de datos se pueden clasificar primero de acuerdo con el ID de conexión de usuario final, a continuación de acuerdo con el índice del CPE y finalmente de acuerdo con el tipo de modulación. En otra realización, los paquetes de datos se pueden clasificar solamente de acuerdo con el tipo de FEC. En otra realización más, los paquetes de datos se pueden clasificar primero de acuerdo con el índice del CPE y a continuación de acuerdo con el tipo de FEC. Se contempla que se

pueda usar cualquier combinación de los criterios de clasificación listados (tipo de modulación, tipo de FEC, índice del CPE e ID de conexión de usuario final).

5 En el ejemplo de la Figura 7, los paquetes de datos se clasificarán de acuerdo con el tipo de modulación. En esta realización, la clasificación se puede llevar a cabo por el MCP 402 que envía los paquetes de datos recibidos a una de las tres partes de una memoria intermedia 408 dividida en partes QAM-4, QAM-16 y QAM-64. Usando los ajustes del CPE recuperados en la etapa 710, el MCP 402 almacena el paquete de datos actual en la parte de la memoria intermedia 408 que corresponde al tipo de modulación seleccionada por el CPE 110 actual.

10 En la etapa 716, los ajustes del CPE y la información de control del módem se añaden a los paquetes de datos en la memoria intermedia 408. Los ajustes del CPE que se leen desde la LUT 406 que corresponden al CPE 110 actual se almacenan en la memoria intermedia 408 a continuación del paquete de datos recibido que se almacenó en la memoria intermedia 408 en la etapa 714. En consecuencia, los ajustes del CPE se pueden almacenar en cualquiera de las tres partes de la memoria intermedia 408 dependiendo del tipo de modulación del CPE 110 actual. La información de control del módem se añade también al paquete de datos recibido almacenado en la memoria intermedia 408.

15 En la etapa 718, el MCP 402 determina si ha tenido lugar una expiración del período predeterminado (un milisegundo, por ejemplo). El sistema de comunicaciones 100 usa una trama de tiempos estática para mantener todos los MAC 410 y CPE 110 de la BS en la célula sincronizados. En el caso de que la memoria intermedia 408 no esté completamente llena cuando ha tenido lugar la expiración del un milisegundo, los datos ya en la memoria intermedia se deben enviar para preservar el sincronismo del sistema. En una realización, si la memoria intermedia  
20 408 no está completa cuando ha tenido lugar la expiración, el módem 135 rellena los bloques de datos vacíos con células o bytes completos para preservar los tiempos entre grupos de modulación. En otra realización, el MCP 402 rellena los bloques de datos vacíos en la memoria intermedia 408 antes de enviar la trama de datos al módem 135 (etapa 724).

25 De acuerdo con la etapa 718, el MCP 402 determina si ha tenido lugar una expiración de un milisegundo. Si ha tenido lugar la expiración el flujo del procedimiento continúa a la etapa 720, en la que el MCP 402 determina si está llena la memoria intermedia 408.

30 En la etapa 720, el MCP 402 usa el cálculo de la etapa 712 para determinar si la memoria intermedia 408 está llena (es decir contiene suficientes datos para rellenar la subtrama del enlace descendente). Esta determinación se realiza usando el número de PS restantes a ser rellenas (como se ha determinado en la etapa 712). Si el MCP 402 determina que la memoria intermedia 408 está llena, el flujo del procedimiento vuelve a la etapa 718, en la que el MCP 402 esperará a que tenga lugar la expiración del un milisegundo. En el caso de que la memoria intermedia 408 esté llena antes de que tenga lugar la expiración del un milisegundo, el MCP 402 repetirá los bloques de decisión 720 y 718 hasta que tenga lugar la expiración del un milisegundo. Alternativamente, si la memoria intermedia 408 no está llena, el flujo del procedimiento vuelve a la etapa 708, en la que el MCP 402 recibe otro paquete de datos de la  
35 QoS 412. Por ello, el MCP 402 continuará el bucle entre 708 y 720 hasta que o bien la memoria intermedia 408 esté completa o bien tenga lugar la expiración del un milisegundo.

De acuerdo con la etapa 718, si ha tenido lugar una expiración de un milisegundo, el flujo del procedimiento continúa en la etapa 722, en la que el MCP 402 actualiza la parte del mapa del enlace descendente del mensaje de control PHY/MAC en la memoria intermedia 408 antes de transmitir los datos.

40 En la etapa 722, el MCP 402 actualiza los saltos en la modulación o transiciones FEC en el mensaje de control PHY/MAC. En un sistema TDD, el reparto ascendente/descendente recibido por el MCP 402 en la etapa 702 era una estimación del reparto ascendente/descendente esperado. El MAC 410 no sabe cuántos datos están esperando realmente en la QoS 412 para su transmisión, pero usa otros factores (explicados anteriormente con referencia al módulo de reparto ascendente/descendente 502 del MAC) para determinar un reparto ascendente/descendente preliminar. Sólo cuando ocurre la expiración del un milisegundo sabe el MCP 402 cuántos datos de enlace descendente se incluirán dentro de ancho de banda del enlace descendente asignado. En un aspecto, el reparto ascendente/descendente recibido en la etapa 702 actúa como un límite superior o, en otras palabras, como un límite a la cantidad de datos del enlace descendente permitidos en la trama de datos actual. Si una trama de datos particular no está completa cuando sucede la expiración, el MCP 402 puede actualizar el reparto ascendente/descendente. Cuando se actualiza el reparto ascendente/descendente, es decir se clasifica la subtrama del enlace descendente, habrá un periodo de tiempo entre el enlace descendente y el enlace ascendente en el que ni se transmiten ni se reciben datos desde la BS 104. Este periodo libre de transmisión puede reducir la interferencia en el sistema global. Este periodo libre de transmisión puede completar la parte restante del enlace descendente. Debido a que el reparto ascendente/descendente se ha actualizado, cada uno de los CPE 110 receptores puede  
55 descartar cualquier ruido en esta trama de tiempos intermedios. Por ello, la actualización del reparto ascendente/descendente impide que los CPE 110 confundan ruido entre las subtramas del enlace descendente y del enlace ascendente como datos transmitidos. En consecuencia, el mapa del enlace descendente se puede actualizar en la etapa 722.

La etapa 722 también permite al MCP 402 actualizar los puntos de transición de modulación y FEC en la trama de

- datos saliente tanto en los sistemas TDD como FDD. En una forma similar a la explicada anteriormente, ni la QoS 412 ni el MAC 410 conoce cuántos datos se transmitirán en cada grupo de modulación. En consecuencia, sólo después de que haya tenido lugar la expiración del período predeterminado puede conocer el MCP 402 las localizaciones reales de la transición de modulación. Por ejemplo, en una trama de datos particular, si la memoria intermedia 408 está llena con un 10% de datos QAM-4, 10% de datos QAM-16 y 80% de datos QAM-64, los puntos de transición de modulación indicarán que el primer 10% del tiempo de la trama son datos QAM-4, el siguiente 10% del tiempo de la trama son datos QAM-16 y el restante 80% del tiempo de la trama son datos QAM-64. En consecuencia, la etapa 722 permite al MCP 402 actualizar las transiciones de modulación, dentro de la memoria intermedia 408, de modo que se describen las transiciones de modulación. Debido a que las transiciones de modulación son parte del mensaje de control PHY/MAC que reciben todos los CPE 110, cada CPE 110 es consciente de las localizaciones de comienzo de cada grupo de modulación. En una realización que clasifica los datos de acuerdo con el FEC, se usa el proceso anterior para actualizar los puntos de transición de FEC. En otra realización más, un sistema puede clasificar los datos de acuerdo con cualquier combinación de tipos de modulación y de FEC. En tal realización, se puede usar un proceso de clasificación similar al explicado anteriormente.
- En la etapa 724, todos los datos en la memoria intermedia 408 se transfieren al módem 135. Como resultado de las etapas precedentes, los datos incluyen ahora toda la información necesaria para que el módem 135 envíe correctamente los datos de modo que cada CPE 110 receptor pueda recibir con eficiencia sus datos respectivos.

La Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra la operación del MAC 410 durante una trama de tiempo de comunicación simple.

- En la etapa 802, en un sistema TDD el MAC 410 recibe una DUM desde el MCP 402 que indica la cantidad actual de datos de enlace descendente enviados en la trama de tiempo previa (explicado anteriormente con referencia al módulo de DUM 504). En un sistema ATDD, se usará el DUM por el MAC 410 en la etapa 806 para estimar un reparto ascendente/descendente para la trama de tiempo posterior. Como se ha establecido anteriormente, hay una necesidad menor de un DUM en un sistema FDD dado que las tramas de tiempo del enlace descendente y del enlace ascendente permanecen constantes (es decir, ambos usan la trama de tiempo completa de período predeterminado). Por ello, la cantidad real de datos de enlace descendente enviados en una trama de tiempo previa puede no ser importante en un sistema FDD. En una realización del sistema FDD, la DUM tiene una finalidad secundaria de recolección de estadísticas y determinación de la congestión del enlace.
- En la etapa 804, el MAC 410 se coordina con otros MAC 410 en la misma BS 104. Como se ha explicado anteriormente con referencia al módulo de coordinación de MAC 506, los tiempos del enlace ascendente y del enlace descendente se pueden ajustar para los respectivos MAC 410 en la misma BS 104 para reducir la interferencia de RF.
- En la etapa 806, en un sistema TDD el MAC 420 determina un reparto ascendente/descendente y transmite el reparto determinado al MCP 402. Como se ha explicado anteriormente con referencia al módulo de reparto ascendente/descendente 502, en un sistema TDD el MAC 420 determina cómo se debería repartir el ancho de banda del un milisegundo entre los datos del enlace descendente y del enlace ascendente. Se pueden considerar varios factores, tal como el reparto ascendente/descendente de otros MAC 410 en la misma BS 104, demandas de ancho de banda de enlace ascendente y ajustes del CPE 110, tales como el acceso, la modulación y los requisitos de calidad de servicio, en la determinación de un reparto ascendente/descendente apropiado.
- En la etapa 808, el MAC 420 transfiere un mensaje de control PHY/MAC y mensajes del protocolo MAC al MCP 402. Como se ha establecido anteriormente, el mensaje de control PHY/MAC es un mensaje emitido recibido por todos los CPE 110 al comienzo de la subtrama del enlace descendente. Por ejemplo, en el sistema de la Figura 2A que clasifica de acuerdo con el tipo de modulación, el mensaje de control PHY/MAC se localiza al comienzo del grupo de modulación QAM-4. Los mensajes del protocolo MAC son mensajes específicos del CPE 110 que se modulan de acuerdo con los ajustes del CPE 110 específico y se reciben por el CPE 110 al comienzo del grupo de modulación respectivo.
- El divisor 809 indica una división entre los procesos del enlace descendente y del enlace ascendente del MAC 420. En otras palabras, las etapas 802 y 808 involucran datos del enlace descendente del MAC 420 mientras que las etapas 810 y 812 involucran datos del enlace ascendente del MAC 420.
- En la etapa 810, el MAC 420 recibe nuevos registros de CPE. Como se ha explicado anteriormente, el MAC 420 mantiene los ajustes del CPE tanto dentro del MAC 420 como en la LUT 406. Cuando se registra un nuevo CPE 110, los ajustes del CPE en ambas localizaciones se actualizan para incluir el nuevo CPE 110. Además, el MAC 420 puede recibir cambios a los ajustes del CPE para un CPE 110 que requiera la actualización de los ajustes de CPE en ambas localizaciones.
- En la etapa 812, el MAC 420 asigna ancho de banda de enlace ascendente de acuerdo con las solicitudes de ancho de banda de enlace ascendente de los CPE 110. Este proceso se controla por el módulo de ancho de banda de enlace ascendente 507, explicado anteriormente. En general, las solicitudes de ancho de banda se reciben desde los CPE 110, se asigna el ancho de banda disponible dentro de la subtrama de enlace ascendente a los CPE 110 y

5 se envía la asignación desde la BS 104 a los CPE 110 en un mapa de enlace ascendente de modo que cada CPE 110 pueda subir datos durante su tiempo asignado particular. El mapa de enlace ascendente recibido por cada CPE 110 se usa en la trama de tiempo posterior. Por ello, el mapa de enlace ascendente recibido por los CPE 110 en la trama de tiempo T indica cuándo el CPE 110 particular enviará datos de enlace ascendente durante la parte del enlace ascendente de la trama de tiempo T+1.

10 En una realización alternativa, el MCP 402 asigna ancho de banda de enlace ascendente y genera el mapa del enlace ascendente. En esta realización, debido a que el MCP 402 es un dispositivo de hardware, las solicitudes de ancho de banda de enlace ascendente y por ello, el mapa del enlace ascendente se pueden crear más rápidamente que en realizaciones que crean el mapa de enlace ascendente en el MAC 420. De esa forma, en un sistema ATDD, el reparto ascendente/descendente se puede ajustar en tiempo real permitiendo que se usen partes no utilizadas de la subtrama de enlace descendente actual por la subtrama de enlace ascendente. Más específicamente, el mapa de enlace ascendente recibido por los CPE 110 en la trama de tiempos T puede indicar cuándo el CPE 110 particular enviará datos de enlace ascendente durante la parte de enlace ascendente de la trama de tiempos T.

La Figura 9 es un diagrama de flujo que muestra los procesos de enlace ascendente de la presente invención.

15 En la etapa 902, el módem 135 recibe un paquete de datos desde un CPE 110 específico. Más específicamente, durante una parte del enlace ascendente de una trama de tiempos se reciben datos por la ODU de la BS 108 de acuerdo con los requisitos de tiempos del mapa de enlace ascendente actual. Estos datos se transmiten a continuación al módem 135.

20 En la etapa 904, una vez que se ha recibido un paquete de datos por el módem 135, se demodula y envía al MCP 402. El módem 135 confía en el mapa del enlace ascendente para determinar cuándo llegarán datos desde un CPE 110 específico en ciertas modulaciones/FEC. El módem 135 puede obtener acceso al mapa de enlace ascendente desde una de tres fuentes, concretamente, el módem 135 puede interceptar el mapa de enlace ascendente que el MAC 410 ha enviado a la pluralidad de CPE 110, el módem 135 puede recibir el mapa de enlace ascendente desde el MCP 402 o el módem 135 puede recibir el mapa de enlace ascendente desde el MAC 410.

25 En la etapa 906, el MCP 402 o el módem 135 eliminan cualquier relleno de los datos recibidos. Si un CPE 110 particular no tiene suficientes datos para llenar una trama de tiempo de enlace ascendente asignada, el CPE 110 puede transmitir células o bytes de relleno en lugar de datos desde las conexiones.

30 En la etapa 908, el MCP 402 determina si los datos son datos del protocolo MAC o datos de usuario a ser enviados a la interfaz de entrada/salida 150. Esta determinación se lleva a cabo usando el ID de conexión, como se asigna por el control de llamada de la BS, que se incluye en la cabecera del paquete. Si los datos son datos de protocolo MAC, de acuerdo con la etapa 910, los datos se envían al MAC 410 para procesamiento. Alternativamente, si los datos son datos de usuario que eventualmente necesitan llegar a la transmisión intermedia 116, de acuerdo con la etapa 912, los datos se envían a la interfaz de entrada/salida 150.

35 La descripción detallada precedente de las Figuras 1-9 se ha realizado con referencia a la funcionalidad de un MCP en una BS 104. En una realización, los datos de enlace descendente se reciben por un MAC y cada uno de los CPE 110. A la inversa, el MAC en cada uno de los CPE 110 transmite datos de enlace ascendente a la BS 104. Por ello, en esta realización particular no hay MCP o QoS en el CPE 110, de modo que el MAC en el CPE 110 puede realizar las funciones típicamente realizadas por el QoS y MCP.

### **Coprocador MAC de CPE**

40 La FIGURA 10 es un diagrama de bloques de una realización de un módulo de control de CPE que incluye un coprocador de MAC. En la realización de la Figura 10, cada CPE 110 incluye un MAC y un coprocador MAC de CPE ("CMCP"). El CMCP, además de realizar una función de priorización similar a la de la QoS 412, realiza muchas funciones similares a las del MCP 402 en la BS 104. Seguirá a continuación una descripción detallada de estas funciones.

45 El CMCP 450 solicita ancho de banda de enlace ascendente desde la BS 104 mediante el uso de una ranura de competición, superposición, robo de ancho de banda o bit de sondéame en la cabecera de datos del enlace ascendente. Como se ha indicado anteriormente el MAC 410 (en la BS 104) asigna ancho de banda de enlace ascendente entre todos los CPE 110 que solicitan ancho de banda de enlace ascendente. El MAC 410 transmite las asignaciones de ancho de banda a los CPE 110 en la forma de un mapa de enlace ascendente. En una realización, los CPE 110 solicitan ancho de banda en base a cada conexión y se concede ancho de banda en base a cada CPE 50 110. En otras palabras, incluso aunque un CPE 110 pueda solicitar ancho de banda de enlace ascendente de parte de una conexión de usuario final específica, cuando se asigna ancho de banda de enlace ascendente al CPE 110, el CMCP 450 puede determinar que una conexión de usuario final diferente usará el ancho de banda de enlace ascendente.

55 La memoria intermedia 456 puede recibir datos continuamente para su transmisión en el enlace ascendente desde una pluralidad de conexiones de usuario final. Las conexiones de usuario final no envían solicitudes a la CPE 110, sino que en su lugar envían los datos que desean para el enlace ascendente. Los datos recibidos se almacenan en

la memoria intermedia 456, indexada de acuerdo con el ID de conexión, hasta que se transmiten al MAC 410 de la BS. El CMCP 450 mantiene una cuenta en tiempo real de los datos almacenados en la memoria intermedia 456 por cada conexión de usuario final respectiva. De ese modo, el CMCP 450 siempre sabe la cantidad total de datos listos para el enlace ascendente, además de la cantidad total lista para el enlace ascendente desde cada conexión de usuario final particular.

Con datos esperando en la memoria intermedia 456 para el enlace ascendente, el CMCP 450 intercepta el mapa de enlace ascendente (destinado para el MAC 410 del CPE) para determinar cuánto ancho de banda de enlace ascendente se ha asignado al CPE 110 particular. El CMCP 450 determina entonces cuantos datos, en la modulación del CPE específica, pueden encajar en el ancho de banda asignado. La LUT 454 almacena ajustes de conexión del usuario final específicas, tal como una prioridad de conexión del usuario final y parámetros de QoS asociados con cada conexión de usuario final. El CMCP 450 realiza a continuación funciones de priorización sobre los datos almacenados en la memoria intermedia 456. Más específicamente, se extraen de la LUT 454 parámetros de QoS, incluyendo una prioridad, asociada con cada conexión de usuario final con datos en espera en esta memoria intermedia 456, y se usan por el CMCP 450 para priorizar los datos usando una concesión continua, ponderación imparcial, planificación circular u otro esquema de priorización. En una realización la memoria intermedia 456 incluye una parte priorizada que se usa para almacenar los datos priorizados que están listos para el enlace ascendente.

El CMCP 450 determina si hay suficiente ancho de banda asignado, en la subtrama actual del enlace ascendente, para enviar todos los datos que esperan en la memoria intermedia 456 o, alternativamente, si el CMCP 450 necesita solicitar ancho de banda adicional desde el MAC 410. Si se necesita ancho de banda adicional, el CMCP puede solicitar ancho de banda adicional mediante el envío de una solicitud de ranura en competición, superponiendo una solicitud o robando ancho de banda de datos de prioridad más baja, o fijando in bit de sondéame en la cabecera MAC de los datos de enlace ascendente actualmente asignados. Si se ha asignado a un CPE 110 ancho de banda en la subtrama de enlace ascendente actual, el CMCP puede ajustar un bit sondéame en sus cabeceras MAC de enlace ascendente, para decir al MAC 410 que el CMCP 450 específico tiene más datos para el enlace ascendente. Si un CPE 110 no tiene asignado ancho de banda en la subtrama de enlace ascendente actual, el CMCP puede enviar una solicitud en una ranura de competición de solicitud de ancho de banda 324 (Figura 2B), superponer una solicitud o robar ancho de banda de una solicitud desde datos de prioridad más baja desde un CPE 110 diferente. Como un ejemplo, si un CPE 110 particular no tiene asignado ningún ancho de banda en la subtrama del enlace ascendente actual y el CPE 110 particular tiene una prioridad más baja que otros CPE 110 a los que se asignan ancho de banda en la subtrama de enlace ascendente actual, el CPE 110 particular sólo podrá enviar una solicitud durante los periodos de competición de solicitud de ancho de banda 324 (Figura 2B). Por ello, todos los CPE 110 tendrá siempre al menos un medio para solicitar ancho de banda de enlace ascendente.

El CMCP 450 construye entonces una ráfaga de datos de enlace ascendente, usando datos extraídos de la parte priorizada de la memoria intermedia 456, en una forma similar a la descrita anteriormente con respecto al MCP. Una ráfaga de datos puede ser cualquier combinación de datos de usuario e información de control.

En una segunda realización, la memoria intermedia 456 no traslada los datos priorizados a una sección diferente, sino que en su lugar clasifica una serie de punteros que indican las localizaciones de los datos almacenados en la memoria intermedia 456. El CMCP 450 puede construir una ráfaga de datos de enlace ascendente usando los datos extraídos desde las áreas indicadas por los punteros priorizados.

En una realización el CMCP 450 y el MCP 402 pueden realizar tres operaciones recíprocas en los paquetes de datos transmitidos, concretamente empaquetado/desempaquetado, supresión de la cabecera del contenido útil/reconstrucción de la cabecera de contenido útil y fragmentación/desfragmentación. Por ejemplo, si un CMCP 450 tiene datos empaquetados, el MCP desempaquetará los datos. En otra realización, el CMCP 450 y el MAC 410 de la BS puede realizar empaquetados/desempaquetados recíprocos, supresión de la cabecera del contenido útil/reconstrucción de la cabecera del contenido útil y fragmentación/desfragmentación. Por ejemplo, si un CMCP 450 tiene datos empaquetados, el MAC 410 desempaquetará los datos. Sin embargo, estas operaciones se pueden implementar usando otras configuraciones de hardware.

El empaquetado se realiza cuando el coprocesador remitente (es decir el MCP o el CMCP), determinan que encajarán en una única ráfaga de datos múltiples paquetes de nivel más alto. El proceso de empaquetado ahorra ancho de banda mediante la inclusión solamente de la cabecera MAC del primer paquete de datos. Por ejemplo, si N paquetes de datos de nivel más alto encajan en una ráfaga de datos, la cabecera del primer paquete de datos se usa para indicar que hay N-1 paquetes que siguen sin cabeceras MAC. El proceso de desempaquetado reformatea cada uno de los N paquetes para incluir su propia cabecera MAC. Tanto el MCP 402 como el CMCP 450 pueden ambos empaquetar y desempaquetar datos.

La supresión de cabecera del contenido útil se puede realizar cuando un paquete de nivel más alto tiene su propia cabecera, es decir una cabecera que no se ha creado o usado por el MCP o el CMCP. La supresión de la cabecera del contenido útil elimina una parte de la cabecera de nivel más alto y la reconstrucción de la cabecera del contenido útil reconstruye la cabecera del nivel más alto. De nuevo, cuando el MCP realiza la supresión de cabecera del contenido útil, el CMCP 450 realiza la reconstrucción de la cabecera del contenido útil y viceversa.

La fragmentación se puede realizar cuando un paquete de una capa superior no puede encajar en una ráfaga asignada. El paquete de la capa superior se puede fragmentar para su transmisión a través de una serie de dos o más tramas de tiempo. Por ejemplo, una conexión de usuario final específica puede desear llevar al enlace ascendente paquetes de la capa superior que llenarían N tramas de tiempo. En lugar de asignar todo el ancho de banda del enlace ascendente disponible para esa conexión de usuario final específica durante N tramas de tiempo, el CMCP 450 puede asignar una fracción F (1/2 por ejemplo) del ancho de banda del enlace ascendente para el CPE específico, de modo que la conexión de usuario final específica requiere ahora  $N * 1/F$  tramas de tiempo para llevar al enlace ascendente sus paquetes de la capa superior, pero otras conexiones de usuario final pueden usar la porción restante  $(1 - F)$  del ancho de banda durante el mismo periodo. El CMCP 450 no necesita tener todos los paquetes de datos (es decir para rellenar N tramas de tiempo) antes de enviar los paquetes de datos fragmentados iniciales en una trama de datos de enlace ascendente. El MCP desfragmentará las partes fragmentadas para formar el paquete de la capa superior completo. En una manera similar, el MCP puede fragmentar datos que el CMCP 450 desfragmentará.

La Figura 11 es un diagrama de flujo del proceso de datos de enlace ascendente desde una CPE 110 a una BS 104. El proceso de la Figura 11 se ejecuta en un CPE que tenga un MAC y un CMCP (coprocesador de MAC de CPE) 450. Como se ha establecido anteriormente, el CMCP, además de realizar una función de priorización similar a la del QoS 412 en una BS 104, puede realizar muchas funciones similares a las del MCP 402 en la BS 104.

En la etapa 1102, el CPE recibe datos desde una pluralidad de conexiones de usuario final servidas por un CPE 110 específico. Cada CPE 110 puede recibir datos continuamente para la transmisión en el enlace ascendente. Alternativamente, los CPE 110 pueden esporádicamente recibir datos desde sus conexiones de usuario final respectivas. Las conexiones de usuario final no necesitan enviar solicitudes a la CPE 110, sino que en su lugar envían los datos que desean para el enlace ascendente.

En la etapa 1104, el CMCP 450 clasifica los datos recibidos de acuerdo con las conexiones de usuario final respectivas que envían los datos. El proceso de clasificación se lleva a cabo mediante la detección de la conexión específica desde la que se recibió cada paquete de datos y agrupando juntos todos los paquetes de datos desde una conexión específica.

En la etapa 1106, el CMCP 450 almacena los paquetes de datos recibidos, clasificados en una memoria intermedia 456. Debido a que el CPE 110 recibe esporádicamente paquetes de datos desde la conexión de usuario final, el CPE 110 no sabe cuántos datos se recibirán durante cualquier periodo de tiempo específico. De ese modo, la memoria intermedia 456 debería ser suficientemente grande para contener un gran volumen de paquetes de datos para una pluralidad de periodos predeterminada. Mientras que la Figura 10 muestra la memoria intermedia 456 dentro del CMCP 450, se contempla que se puede disponer una memoria intermedia separada del CMCP 450, conectada al CMCP 450 y a la que se accede en una forma sustancialmente idéntica a la explicada anteriormente.

En la etapa 1108, el CMCP 450 calcula la cantidad de datos almacenados en la memoria intermedia 456 para cada conexión de usuario final. El CMCP 450 sabe en cualquier instante de tiempo cuantos datos están esperando para el enlace ascendente desde cada conexión de usuario final y cuántos datos están esperando para el enlace ascendente desde todas las conexiones de usuario final combinadas.

En la etapa 1110, con datos esperando en la memoria intermedia 456 para el enlace ascendente, el CMCP 450 intercepta el mapa del enlace ascendente (destinado para el MAC 410 del CPE) para determinar cuánto ancho de banda de enlace ascendente se ha asignado al CPE 110 particular. El CMCP 450 determina entonces cuántos datos, en la modulación del CPE específica, pueden encajar en el ancho de banda asignado. Este cálculo se usará posteriormente en la etapa 1116 cuando el CMCP está construyendo la ráfaga de enlace ascendente.

En la etapa 1111, el CMCP 450 determina si hay suficiente ancho de banda asignado, en la subtrama del enlace ascendente actual, para enviar todos los datos a la espera en la memoria intermedia 456 o, alternativamente, si el CMCP 450 necesita solicitar ancho de banda adicional desde el MAC 410. Si se necesita ancho de banda adicional, el CMCP puede solicitar ancho de banda adicional mediante el envío de una solicitud de ranura de competición, superponiendo una solicitud sobre datos de prioridad más baja o estableciendo un bit de sondéame en la cabecera MAC de los datos del enlace ascendente actualmente asignados.

En la etapa 1112, se extraen desde la LUT 454 los parámetros de QoS, incluyendo prioridades, asociadas con conexiones de usuario final respectivas. Los parámetros de QoS se establecen cuando el usuario final se registra inicialmente con el MAC 420 y se pueden actualizar en cualquier momento o evento futuro.

En la etapa 1114, el CMCP 450 realiza funciones de priorización sobre los datos almacenados en la memoria intermedia 456. Usando las prioridades extraídas desde la LUT 454 y considerando la cantidad de ancho de banda de enlace ascendente asignada, el CMCP 450 prioriza los datos usando una concesión continua, ponderación imparcial, planificación circular u otro esquema de priorización. En una memoria intermedia de ejemplo 456 se incluye una parte priorizada que se usa para almacenar los datos priorizados que están listos para el enlace ascendente. En una segunda realización, la memoria intermedia 456 no traslada los datos priorizados a una sección diferente, sino que en su lugar clasifica una serie de punteros que indican las localizaciones de los datos

almacenados en la memoria intermedia 456.

En la etapa 1116, el CMCP 450 construye entonces una ráfaga de datos del enlace ascendente que llenará el tiempo asignado al CPE 110 específico en la subtrama de enlace ascendente. El CMCP 450 puede calcular primero el número de PS que encajarán en el tiempo de enlace ascendente asignado en la modulación del CPE específica. El número de PS requerido por cada paquete de datos incluído en la ráfaga de datos (en la modulación del CPE específica) se restarán entonces de este número total de PS hasta que esté completa la ráfaga de datos. En el cálculo del número de PS requeridas para cada paquete de datos, el CMCP 450 debe también considerar el tipo de FEC usado actualmente por el CPE 110.

La ráfaga de datos se construye usando datos extraídos desde la parte priorizada de la memoria intermedia 456, en una forma similar a la descrita anteriormente con respecto al MCP. El CMCP 450 puede construir una ráfaga de datos de enlace ascendente usando datos extraídos desde las áreas de la memoria intermedia 456 indicadas por los punteros priorizados. Cuando se construyen las ráfagas de datos, el CMCP 450 puede usar cualquier combinación de empaquetado, supresión de cabecera del contenido útil y fragmentación. Como se ha explicado anteriormente, el empaquetado, la supresión de cabecera del contenido útil y la fragmentación se pueden realizar en la etapa 1116 y se usa para aumentar la eficiencia del sistema de comunicación.

Además de los datos de usuario final enviados en la subtrama de enlace ascendente, cada CMCP crea y envía una cabecera de capa física y una cabecera de MAC a la ráfaga de datos. La cabecera de capa física puede incluir ajustes tales como el tipo de modulación y cifrado que se usan por el módem del CPE 110 y no se envían a la BS 104. La cabecera de MAC puede incluir un ID de conexión, un marcador de activación/desactivación del cifrado y una secuencia de claves de cifrado que se envían a la BS 104.

En la etapa 1118, el CMCP 450 transmite la ráfaga de datos, en el momento especificado en el mapa de enlace ascendente recibido, para el módem del CPE 459. Además, cualquier solicitud de ancho de banda iniciada en la etapa 1111 se debe transmitir en el momento apropiado. Por ejemplo, si un CMCP 450 específico determina que se debería realizar una solicitud de ancho de banda durante una ranura de competición, el CMCP indica el módem 459 exactamente cuándo enviar la solicitud de ancho de banda. Alternativamente, si el CMCP 450 ha determinado que es posible una solicitud de superposición, el CMCP 450 indica al módem 459 cuándo exactamente se debería transmitir la solicitud de superposición a la BS 104.

La descripción se suplementa por las siguientes cláusulas numeradas que corresponden respectivamente a las cláusulas de la Solicitud de Patente Internacional N° PCT/US02/06437, de la que se deriva la presente solicitud.

1. Un sistema para la construcción de una parte de enlace descendente de una trama de datos que tenga un período predeterminado, para su uso en un sistema de comunicación inalámbrica que tenga una estación base conectada a una transmisión intermedia de la red y una pluralidad de Equipamientos en Instalaciones de Cliente ("CPE") estando conectada dicha pluralidad de CPE a una pluralidad de conexiones de usuario final y para la transmisión de los paquetes de datos desde la estación base a los CPE especificados, comprendiendo el sistema:

un primer procesador que incluye un Controlador de Acceso al Medio ("MAC") configurado para establecer y mantener conexiones con dicha pluralidad de CPE;

un Coprocesador de MAC ("MCP") que tiene

una tabla de búsqueda ("LUT") operativa para recuperar y almacenar ajustes del CPE para dicho CPE específico,

una memoria intermedia operativa para almacenar paquetes de datos de acuerdo con un criterio de clasificación,

un módulo de decisión operativo para determinar si dicha memoria intermedia contiene datos para llenar dicha parte del enlace descendente de dicha trama de datos o si dicho período predeterminado ha ocurrido,

se configura dicho MCP para producir la salida de dichos datos almacenados en dicha memoria intermedia cuando dicho módulo de decisión determina que dicha memoria intermedia contiene datos para llenar dicha parte del enlace descendente de dicha trama de datos o ha tenido lugar dicha expiración del período predeterminado; y

un módem conectado para recibir dichos datos cuya salida se ha producido por dicho MCP.

2. El sistema de la Cláusula 1, en el que dicha trama de datos comprende además una parte de enlace ascendente;

se configura dicho MAC para determinar un reparto de TDD, en el que dicho reparto de TDD es una división de dicho período predeterminado entre dicha parte del enlace ascendente y dicha parte del

enlace descendente.

3. El sistema de la Cláusula 2, en el que dicha parte del enlace descendente se transmite en un primer canal y dicha parte del enlace ascendente se recibe sobre dicho primer canal dentro de dicho período predeterminado.
- 5 4. El sistema de la cláusula 1, en el que dicha trama de datos comprende además una parte de enlace ascendente; dicha parte del enlace descendente es igual a dicho período predeterminado y dicha parte del enlace ascendente es igual a dicho período predeterminado.
- 10 5. El sistema de la Cláusula 4, en el que dicha parte del enlace descendente se transmite en un primer canal dentro de dicho período predeterminado y dicha parte de enlace ascendente se recibe en un segundo canal dentro de dicho período predeterminado.
6. El sistema de la Cláusula 4, en el que dicha parte del enlace descendente se transmite en un primer canal dentro de un primer período predeterminado y dicha parte de enlace ascendente se recibe en un segundo canal dentro de un segundo período predeterminado, en el que dicho primer período predeterminado y dicho segundo período predeterminado no se solapan.
- 15 7. El sistema de la Cláusula 4, en el que dicho sistema comprende además un módulo de Calidad de Servicio ("QoS") conectado con dicha la transmisión intermedia de la red y configurado para recibir un paquete de datos asociado con un CPE específico y para asignar un nivel de prioridad a dicho paquete de datos.
8. El sistema de la Cláusula 1, en el que dicho período predeterminado es de quinientos microsegundos.
9. El sistema de la Cláusula 1, en el que dicho período predeterminado es de un milisegundo.
- 20 10. El sistema de la Cláusula 1, en el que dicho período predeterminado es de dos milisegundos.
11. El sistema de la Cláusula 1, en el que dicho período predeterminado está entre 250 microsegundos y 20 milisegundos.
12. El sistema de la Cláusula 1, en el que dicho criterio de clasificación es un tipo de modulación.
13. El sistema de la Cláusula 1, en el que dicho criterio de clasificación es un tipo de corrección de error.
- 25 14. El sistema de la Cláusula 1, en el que dicho criterio de clasificación es un índice de CPE, en el que dicho índice de CPE indica el CPE específico al que se destina dicho paquete de datos.
15. El sistema de la Cláusula 1, en el que dicha pluralidad de conexiones de usuario final tiene un ID de conexión específico y dicho criterio de clasificación es dicho ID de conexión específico.
- 30 16. El sistema de la Cláusula 1, en el que dicho módulo de decisión determina si dicha memoria intermedia contiene datos para llenar dicha parte del enlace descendente y dicha trama de datos mediante la resta iterativa de una cantidad de ancho de banda del enlace descendente requerida para cada uno de dichos paquetes de datos recibidos, en cada uno de dichos tipos de modulación específicos del CPE, de una cantidad total de ancho de banda de enlace descendente disponible.
- 35 17. El sistema de la Cláusula 1, en el que dicho módulo de decisión determina si dicha memoria intermedia contiene datos para llenar dicha parte del enlace descendente y dicha trama de datos mediante la resta iterativa de una cantidad de ancho de banda del enlace descendente requerida para cada uno de dichos paquetes de datos recibidos, en cada uno de dichos tipos de FEC específicos del CPE, de una cantidad total de ancho de banda de enlace descendente disponible.
- 40 18. El sistema de la Cláusula 1, en el que dicho módulo de decisión determina si dicha memoria intermedia contiene datos para llenar dicha parte del enlace descendente y dicha trama de datos mediante la resta iterativa de una cantidad de ancho de banda del enlace descendente requerida para cada uno de dichos paquetes de datos recibidos, en cada uno de dichos tipos de modulación y de FEC específicos del CPE, de una cantidad total de ancho de banda de enlace descendente disponible.
- 45 19. El sistema de la Cláusula 2, en el que durante dicha parte de enlace ascendente de dicha trama de datos, dicho MCP recibe una pluralidad de paquetes de datos de enlace ascendente y enruta cada uno de dicha pluralidad de paquetes de datos de enlace ascendente o bien al MAC o bien a la transmisión intermedia de la red.
- 50 20. El sistema de la Cláusula 4, en el que durante dicha parte de enlace ascendente de dicha trama de datos, dicho MCP recibe una pluralidad de paquetes de datos de enlace ascendente y enruta cada uno de dicha pluralidad de paquetes de datos de enlace ascendente o bien al MAC o bien a la transmisión intermedia de la red.

21. El sistema de la Cláusula 1, en el que dicho MCP puede realizar cualquier combinación de empaquetado, compresión de cabecera del contenido útil y fragmentación sobre dicha parte del enlace descendente de dicha trama de datos.
- 5 22. El sistema de la Cláusula 1, en el que dicho MCP añade ajustes de control a dichos datos almacenados en dicha memoria intermedia, en el que dichos ajustes de control pueden incluir un tipo de modulación, un tipo de FEC, un marcador de activación/desactivación del cifrado, una clave de cifrado, un número de clave e información de control del módem específica para cada uno de dicha pluralidad de CPE.
- 10 23. El sistema de la Cláusula 1, en el que dicho primer procesador comprende además: un módulo de ancho de banda de enlace ascendente configurado para asignar ancho de banda de enlace descendente disponible de acuerdo con las solicitudes de ancho de banda de enlace ascendente desde dicha pluralidad de CPE.
- 15 24. Un sistema para la construcción de una trama de datos TDD con una pluralidad de paquetes de datos, teniendo dicha trama de datos un período predeterminado y comprendiendo una parte del enlace descendente y una parte de enlace ascendente, para su uso en un sistema de comunicación que tenga una estación base y una pluralidad de Equipamientos en Instalaciones del Cliente ("CPE") estando conectada dicha pluralidad de CPE a una pluralidad de conexiones de usuario final, comprendiendo el sistema:
- un primer procesador configurado para dividir dicho período predeterminado en dicha parte de enlace descendente y dicha parte de enlace ascendente;
- un coprocesador que incluye un módulo de almacenamiento de memoria intermedia configurado para recibir y clasificar dicha pluralidad de paquetes de datos en una memoria intermedia,
- 20 un módulo de actualización de la memoria intermedia configurado para añadir ajustes de control a dicha pluralidad de paquetes de datos en dicha memoria intermedia,
- un módulo de interfaz configurado para transmitir dicha pluralidad de paquetes de datos en dicha memoria intermedia a una salida, en el que dicha transmisión sucede al final de dicho período predeterminado.
- 25 25. El sistema de la Cláusula 24, en el que dicho módulo de memoria intermedia de almacenamiento clasifica dicha pluralidad de paquetes de datos en dicha memoria intermedia de acuerdo con un tipo de ráfaga asociada con cada uno de dicha pluralidad de paquetes de datos, en la que el tipo de ráfaga es cualquier combinación de un tipo de modulación y un tipo de FEC.
- 30 26. El sistema de la Cláusula 24, en el que dicho coprocesador comprende además un módulo de enrutado configurado para enrutar un paquete de datos de enlace ascendente o bien al MAC o bien a la transmisión intermedia de la red.
27. El sistema de la Cláusula 24, en el que dichos ajustes de control pueden comprender un tipo de modulación, un tipo de FEC, un marcador de activación/desactivación del cifrado, una clave de cifrado, un número de clave e información de control del módem específica para cada uno de dicha pluralidad de CPE.
- 35 28. El sistema de la Cláusula 24, en el que dicho período predeterminado es de quinientos microsegundos.
29. El sistema de la Cláusula 24, en el que dicho período predeterminado es de un milisegundo.
30. El sistema de la Cláusula 24, en el que dicho período predeterminado es de dos milisegundos.
31. El sistema de la Cláusula 24, en el que dicho período predeterminado está entre 250 microsegundos y 20 milisegundos.
- 40 32. El sistema de la Cláusula 24, en el que dicho módulo de interfaz crea un mensaje de utilización del enlace descendente en respuesta a una cantidad de ancho de banda usada en una trama de datos previa.
- 45 33. El sistema de la Cláusula 24, en el que dicho primer procesador comprende además: un módulo de mensaje de utilización del enlace descendente configurado para recibir un mensaje de utilización del enlace descendente desde dicho módulo de interfaz, siendo utilizable dicho mensaje de utilización del enlace descendente por dicho primer procesador para determinar dicha parte de enlace ascendente y dicha parte de enlace descendente de dicho período predeterminado.
34. El sistema de la Cláusula 24, en el que dicho primer procesador comprende además: un módulo de ancho de banda del enlace ascendente configurado para asignar ancho de banda de enlace ascendente disponible de acuerdo con solicitudes de ancho de banda de enlace ascendente desde dicha pluralidad de CPE.
- 50 35. El sistema de la Cláusula 24, en el que dicho sistema comprende además: un módulo de Calidad de Servicio ("QoS") configurado para enviar dicha pluralidad de paquetes de datos a dicho coprocesador, en el

que dicho coprocesador solicita cada uno de dichos paquetes de datos desde dicho QoS; dicho QoS prioriza dicha pluralidad de paquetes de datos de acuerdo con un criterio predeterminado antes del envío de cada uno de dichos paquetes de datos a dicho coprocesador.

- 5 36. El sistema de la Cláusula 24, en el que dicho sistema comprende además un módulo de decisión configurado para determinar si dicha memoria intermedia contiene datos para llenar dicha parte de enlace descendente de dicha trama de datos mediante la resta iterativa de una cantidad de ancho de banda de enlace descendente requerida por cada uno de dichos paquetes de datos entrantes, en cada uno de dichos tipos de ráfaga específicos de los CPE, de una cantidad total de ancho de banda de enlace descendente disponible, en el que el tipo de ráfaga es cualquier combinación de un tipo de modulación y un tipo de FEC.
- 10 37. El sistema de la Cláusula 24, en el que dicho primer procesador comprende además: un módulo de ancho de banda del enlace ascendente configurado para asignar ancho de banda de enlace ascendente disponible de acuerdo con las solicitudes de ancho de banda de enlace ascendente desde dicha pluralidad de CPE.
- 15 38. Un sistema para la construcción de una parte de enlace descendente de una trama de datos FDD que tenga un período predeterminado con una pluralidad de paquetes de datos, para su uso en un sistema de comunicación que tenga una estación base y una pluralidad de Equipamientos en Instalaciones del Cliente ("CPE") estando conectado cada uno de dicha pluralidad de CPE a una pluralidad de conexiones de usuario final, comprendiendo el sistema:
- un primer procesador que incluye un Controlador de Acceso al Medio ("MAC") configurado para enrutar dichos paquetes de datos a conexiones de usuario final especificadas;
  - 20 un coprocesador que incluye
    - un módulo de almacenamiento de memoria intermedia configurado para recibir y clasificar dicha pluralidad de paquetes de datos en una memoria intermedia,
    - un módulo de actualización de la memoria intermedia configurado para añadir ajustes de control a dicha pluralidad de paquetes de datos en dicha memoria intermedia,
    - 25 un módulo de interfaz configurado para transmitir dicha pluralidad de paquetes de datos en dicha memoria intermedia a un módem, en el que dicha transmisión sucede durante dicho período predeterminado.
- 30 39. El sistema de la Cláusula 38, en el que dicho módulo de almacenamiento de memoria intermedia clasifica dicha pluralidad de paquetes de datos en dicha memoria intermedia de acuerdo con un tipo de ráfaga asociada con cada uno de dicha pluralidad de paquetes de datos, en la que el tipo de ráfaga es cualquier combinación de un tipo de modulación y un tipo de FEC.
40. El sistema de la Cláusula 38, en el que dicho período predeterminado es de quinientos microsegundos.
41. El sistema de la Cláusula 38, en el que dicho período predeterminado es de un milisegundo.
42. El sistema de la Cláusula 38, en el que dicho período predeterminado es de dos milisegundos.
- 35 43. El sistema de la Cláusula 38, en el que dicho período predeterminado está entre 250 microsegundos y 20 milisegundos.
- 40 44. El sistema de la Cláusula 38, en el que dicha trama de FDD comprende además una parte de enlace ascendente y dicho módulo de interfaz se configura para recibir dicha parte de enlace ascendente de dicha trama de datos desde dicho módem, en el que dicha recepción sucede durante dicho período predeterminado.
- 45 45. El sistema de la Cláusula 38, en el que dicha trama de FDD comprende además una parte de enlace ascendente y dicho módulo de interfaz se configura para recibir dicha parte de enlace ascendente de dicha trama de datos desde dicho módem, en el que dicha recepción sucede durante un segundo período predeterminado, de modo que dicho período predeterminado y dicho segundo período predeterminado no se solapan.
46. El sistema de la Cláusula 38, en el que dichos ajustes de control pueden comprender un tipo de modulación, un tipo de FEC, un marcador de activación/desactivación del cifrado, una clave de cifrado, un número de clave e información de control del módem específicos de cada CPE dirigido a recibir una parte de dicha pluralidad de paquetes de datos en dicha parte de enlace descendente de dicha trama de datos.
- 50 47. El sistema de la Cláusula 38, en el que dicho sistema comprende además: un módulo de Calidad de Servicio ("QoS") configurado para enviar dicha pluralidad de paquetes de datos a dicho coprocesador, en el que dicho coprocesador solicita cada uno de dichos paquetes de datos desde dicho QoS; dicho QoS prioriza

dicha pluralidad de paquetes de datos de acuerdo con un criterio predeterminado antes del envío de cada uno de dichos paquetes de datos a dicho coprocesador.

5 48. El sistema de la Cláusula 38, en el que dicho sistema comprende además un módulo de decisión configurado para determinar si dicha memoria intermedia contiene datos para llenar dicha parte de enlace descendente de dicha trama de datos mediante la resta iterativa de una cantidad de ancho de banda de enlace descendente requerida por cada uno de dichos paquetes de datos entrantes, en cada uno de dichos tipos de ráfaga específicos de los CPE, de una cantidad total de ancho de banda del enlace descendente disponible, en el que el tipo de ráfaga es cualquier combinación de un tipo de modulación y un tipo de FEC.

10 49. Un procedimiento para construir una trama de datos con una pluralidad de paquetes de datos, comprendiendo dicha trama de datos una parte de enlace descendente y una parte de enlace ascendente y teniendo un período predeterminado, para su uso en un sistema de comunicación que tenga una estación base y una pluralidad de Equipamientos en Instalaciones del Cliente ("CPE") estando conectada dicha pluralidad de CPE a una pluralidad de conexiones de usuario final, incluyendo dicha estación base un procesador de MAC y un coprocesador de MAC, realizando dicho coprocesador de MAC las etapas de:

15 (a) la disposición de los paquetes de datos entrantes de acuerdo con un orden de prioridad predeterminado;

(b) la recepción en dicho coprocesador de MAC de uno de dicha pluralidad de paquetes de datos que corresponden a uno de dicha pluralidad de CPE, de acuerdo con dicho orden de prioridad predeterminado,

20 (c) la clasificación de dicha pluralidad de paquetes de datos de acuerdo con un tipo de ráfaga y almacenando dicho paquete de dicha pluralidad de paquetes de datos en una memoria intermedia,

(d) la determinación de si ha ocurrido dicha expiración del período predeterminado, en el que la respuesta a dicha determinación de que dicha expiración del período predeterminado ha ocurrido, se salta la etapa (e) y va directamente a la etapa (f),

25 (e) la determinación de si dicha memoria intermedia contiene suficientes de dicha pluralidad de paquetes de datos para llenar dicha parte del enlace descendente de dicha trama de datos, en el que en respuesta a dicha determinación de que dicha memoria intermedia no contiene suficientes de dicha pluralidad de paquetes de datos para llenar dicha parte del enlace descendente de dicha trama de datos, se repite el proceso desde la etapa (a), continuando en caso contrario con la etapa (f),

30 (f) la transferencia del contenido de dicha memoria intermedia a un módem.

50. El procedimiento de la Cláusula 49, en el que dicho tipo de ráfaga es cualquier combinación de un tipo de modulación y un tipo de FEC.

51. El procedimiento de la Cláusula 49, en el que dicho período predeterminado es de quinientos microsegundos.

35 52. El procedimiento de la Cláusula 49, en el que dicho período predeterminado es de un milisegundo.

53. El procedimiento de la Cláusula 49, en el que dicho período predeterminado es de dos milisegundos.

54. El procedimiento de la Cláusula 49, en el que dicho período predeterminado está entre 250 microsegundos y 20 milisegundos.

40 55. El procedimiento de la cláusula 49, en el que dicho módulo de decisión determina si dicha memoria intermedia contiene datos para llenar dicha parte del enlace descendente de dicha trama de datos mediante la resta iterativamente de una cantidad de ancho de banda de enlace descendente requerido por cada uno de dichos paquetes de datos entrantes, en cada uno de dichos tipos de ráfaga específicos de CPE, de una cantidad total de ancho de banda de enlace descendente disponible.

45 56. Un sistema para la transmisión de al menos una parte de una trama de datos de enlace ascendente en un sistema de comunicación inalámbrico, teniendo dicha trama de datos una pluralidad de paquetes de datos y teniendo un período predeterminado, teniendo dicho sistema de comunicación una estación base y una pluralidad de Equipamientos en Instalaciones del Cliente ("CPE") estando conectada dicha pluralidad de CPE a una pluralidad de conexiones de usuario final, comprendiendo el sistema:

50 un procesador dispuesto en dicha estación base que incluye un Controlador de Acceso al Medio ("MAC") configurado para asignar una parte específica de una parte del enlace ascendente de dicha trama de datos a un CPE específico y para transmitir un mapa del enlace ascendente que indica dicha asignación a dicho CPE específico;

- una memoria intermedia de datos de enlace ascendente configurada para almacenar datos del enlace ascendente recibidos desde dicha pluralidad de conexiones de usuario final conectadas a dicho CPE específico,
- 5 un coprocesador dispuesto en dicho CPE específico configurado para asignar dicha parte asignada de dicha trama de datos entre una pluralidad de conexiones de usuario final conectadas a dicho CPE específico, comprendiendo dicho coprocesador
- una tabla de búsqueda configurada para almacenar parámetros de prioridad que corresponden a cada una de la pluralidad de conexiones de usuario final conectadas a dicho CPE específico,
- 10 un módulo de priorización configurado para priorizar dichos datos del enlace ascendente en dicha memoria intermedia de datos del enlace ascendente de acuerdo con dichos parámetros de prioridad que corresponden a cada una de dicha pluralidad de conexiones de usuario final conectadas a dicho CPE específico,
- 15 un módulo de decisión configurado para recibir dicho mapa del enlace ascendente desde dicho primer procesador y determinar, de acuerdo con dicho mapa del enlace ascendente recibido, cuándo se debería enviar una ráfaga de datos a dicha estación base, en la que dicha ráfaga de datos contiene datos extraídos desde dicha memoria intermedia de datos del enlace ascendente en un orden determinado por dicho módulo de priorización.
57. El sistema de la cláusula 56, en el que dicho coprocesador transmite una solicitud de ancho de banda a dicho procesador.
- 20 58. El sistema de la cláusula 57, en el que dicha solicitud de ancho de banda se transmite a dicho procesador en el evento de que dicha parte asignada de dicho mapa del enlace ascendente no sea suficientemente larga para transmitir todos los dichos datos del enlace ascendente actualmente almacenados en dicha memoria intermedia de datos del enlace ascendente.
- 25 59. El sistema de la cláusula 57, en el que dicha solicitud de ancho de banda se transmite durante una parte de ranura de competición de solicitud de ancho de banda de dicha parte del enlace ascendente de dicha trama de datos.
60. El sistema de la cláusula 57, en el que dicha solicitud de ancho de banda se transmite durante una parte de dicha parte del enlace ascendente de dicha trama de datos asignada a un segundo CPE específico.
- 30 61. El sistema de la cláusula 56, en el que dicha ráfaga de datos comprende un bit de sondéame; dicho bit de sondéame se establece de modo que dicho MAC consultará a dicho CPE específico con una consulta de ancho de banda.
62. El sistema de la cláusula 56, en el que dicho coprocesador puede realizar cualquier combinación de entre empaquetado, compresión de la cabecera del contenido útil y fragmentación de dicha ráfaga de datos.
- 35 63. El sistema de la cláusula 56, en el que dicho módulo de decisión determina cuántos datos encajarán en dicha ráfaga de datos de modo que dicha ráfaga de datos se pueda transmitir durante dicha parte asignada de dicha trama de datos de enlace ascendente, dicha determinación se realiza con respecto a un tipo de modulación de dicho CPE específico.
- 40 64. Un procedimiento de transmisión de al menos una parte de una trama de datos de enlace ascendente en un sistema de comunicación inalámbrico, teniendo dicha trama de datos una pluralidad de paquetes de datos y teniendo un período predeterminado, teniendo dicho sistema de comunicación una estación base y una pluralidad de Equipamientos en Instalaciones del Cliente ("CPE") estando conectada dicha pluralidad de CPE a una pluralidad de conexiones de usuario final, comprendiendo el procedimiento:
- 45 la transmisión desde dicha estación base a un CPE específico de un mapa del enlace ascendente que indica una parte asignada de dicha trama de datos del enlace ascendente asignada a dicho CPE específico;
- realizando dicho CPE las etapas de
- el almacenamiento de una pluralidad de datos de enlace ascendente recibidos desde dicha pluralidad de conexiones de usuario final conectadas a dicho CPE específico en una memoria intermedia de datos de enlace ascendente,
- 50 la recepción de dicho mapa de enlace ascendente desde dicha estación base, priorizando dichos datos de enlace ascendente en dicha memoria intermedia de datos del enlace ascendente de acuerdo con un parámetro de prioridad que corresponde a cada una de dicha pluralidad de conexiones de usuario final,

la asignación de dicha parte asignada de dicha trama de datos entre una pluralidad de conexiones de usuario final conectadas a dicho CPE específico,

5 la determinación de un tiempo de transmisión, de acuerdo con dicho mapa de enlace ascendente recibido, en el que se debería enviar una ráfaga de datos a dicha estación base, en el que dicha ráfaga de datos contiene datos extraídos desde dicha memoria intermedia de datos del enlace ascendente y en un orden determinado por dicha priorización, transmitiendo dicha ráfaga de datos en dicho tiempo de transmisión.

65. El procedimiento de la cláusula 64 que comprende además la transmisión de una solicitud de ancho de banda a dicha estación base.

10 66. El procedimiento de la cláusula 65, en el que dicha solicitud de ancho de banda se transmite en el evento de que dicha parte asignada de dicho mapa del enlace ascendente no sea suficientemente larga para transmitir todos los dichos datos del enlace ascendente actualmente almacenados en dicha memoria intermedia de datos del enlace ascendente.

15 67. El procedimiento de la cláusula 65, en el que dicha solicitud de ancho de banda se transmite durante una parte de ranura de competición de solicitud de ancho de banda de dicha parte del enlace ascendente de dicha trama de datos.

68. El procedimiento de la cláusula 65, en el que dicha solicitud de ancho de banda se transmite durante una parte de dicha parte del enlace ascendente de dicha trama de datos asignada a un segundo CPE específico.

20 69. El procedimiento de la cláusula 64, en el que dicha ráfaga de datos comprende un bit de sondéame; dicho bit de sondéame se establece de modo que dicho MAC consultará a dicho CPE específico con una consulta de ancho de banda.

70. El procedimiento de la cláusula 64, en el que dicho coprocesador puede realizar cualquier combinación de empaquetado, compresión de la cabecera del contenido útil y fragmentación de dicha ráfaga de datos.

25 71. El procedimiento de la cláusula 64, que comprende además la etapa de determinación de cuántos datos encajarán en dicha ráfaga de datos de modo que dicha ráfaga de datos se pueda transmitir durante dicha parte asignada de dicha trama de datos de enlace ascendente, dicha determinación se realiza con respecto a un tipo de modulación de dicho CPE específico.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de transmisión de una trama de datos del enlace ascendente en un sistema de comunicación inalámbrico, transportando las tramas de datos del enlace ascendente una pluralidad de paquetes de datos entre una pluralidad de Equipamientos en Instalaciones del Cliente (110), denominados también CPE (110) y una estación base (104), estableciendo cada uno de la pluralidad de CPE (110) una o más conexiones de usuario final con la estación base (104) y en la que la estación base (104) transmite asignaciones de ancho de banda a los CPE (110) en la forma de un mapa del enlace ascendente, en el que un CPE específico (110):
- i) almacena los datos del enlace ascendente recibidos desde las conexiones de usuario final servidas por ese CPE específico en una memoria intermedia de datos del enlace ascendente (456),
  - ii) prioriza los datos del enlace ascendente almacenados en la memoria intermedia de datos del enlace ascendente (456) de acuerdo con un parámetro de prioridad asignado a cada una de las conexiones de usuario final.
  - iii) identifica en el mapa del enlace ascendente recibido desde la estación base una ranura de datos planificada (326, 326', 326'') asignada a ese CPE específico dentro de una trama del enlace ascendente,
  - iv) construye una ráfaga de datos a partir de los datos almacenados en la memoria intermedia de datos del enlace ascendente (456) para su transmisión en la ranura de datos planificada (326, 326', 326'') de la trama del enlace ascendente mediante la extracción de los datos desde la memoria intermedia de datos del enlace ascendente (456) en un orden determinado por la priorización,
  - v) transmite la ráfaga de datos a la estación base (104) en la ranura de datos planificada (326, 326', 326'') en una trama del enlace ascendente compartida con datos del enlace ascendente desde uno o más de los otros CPE (110).
2. Un procedimiento como se reivindica la reivindicación 1, en el que el CPE específico (110) transmite una solicitud de ancho de banda en el evento de que la ranura de datos planificada (326, 326', 326'') no sea suficientemente larga para transmitir todos los datos del enlace ascendente actualmente almacenados en la memoria intermedia del enlace ascendente (456), y preferentemente durante una parte de la ranura de competición de solicitud de ancho de banda de la trama de datos del enlace ascendente en respuesta a una consulta de difusión múltiple o emisión iniciada por la estación base (104).
3. Un procedimiento como se reivindica la reivindicación 1, en el que el CPE específico (110) transmite una solicitud de ancho de banda dentro de la ranura de datos planificada (326, 326', 326'') asignada al CPE específico (110), preferentemente mediante la inserción de un bit de sondéame en la ranura de datos planificada para el inicio de una acción de consulta desde la estación base.
4. Un procedimiento como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que cualquiera de entre unas operaciones de empaquetado, compresión de la cabecera del contenido útil, fragmentación o una combinación de éstas, se realiza sobre la ráfaga de datos previamente a la transmisión.
5. Un procedimiento como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el CPE específico (110) determina cuántos datos encajarán en la ranura de datos planificada (326, 326', 326'') en base al tipo de modulación usado por el CPE específico (110).
6. Un procedimiento como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los datos almacenados en la memoria intermedia de datos del enlace ascendente (456) se clasifican de acuerdo con la prioridad de las conexiones de usuario final.
7. Un procedimiento como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que para asignar el ancho de banda proporcionado en la ranura de datos planificada entre las conexiones de usuario final servidas por el CPE específico (110), el CPE específico (110) calcula la cantidad de datos almacenados en la memoria intermedia de datos del enlace ascendente (456) para cada una de las conexiones de usuario final.
8. Un equipamiento en instalaciones del cliente (110), denominado también CPE (110), para el establecimiento de comunicaciones entre una pluralidad de usuarios finales y una estación base (104) en un sistema de comunicación inalámbrica en el que se transmiten datos en una trama de datos del enlace ascendente que contiene una pluralidad de paquetes de datos y en el que la estación base (104) se configura para transmitir asignaciones de ancho de banda al equipamiento en instalaciones del cliente (110) en la forma de un mapa del enlace ascendente, comprendiendo el CPE (110):
- i) una memoria intermedia (456) para el almacenamiento de los datos del enlace ascendente recibidos desde los usuarios finales,
  - ii) una tabla de búsqueda (454) para el almacenamiento de parámetros de prioridad asignados a las conexiones de usuario final, y

- iii) un procesador (452) configurado para almacenar los datos del enlace ascendente recibidos desde una pluralidad de conexiones de usuario final en una memoria intermedia de datos del enlace ascendente (456),
- 5 priorizar los datos del enlace ascendente en la memoria intermedia de datos del enlace ascendente (456) de acuerdo con un parámetro de prioridad recuperado de la tabla de búsqueda (456), e identificar en un mapa del enlace ascendente recibido desde la estación base (104) una ranura de datos planificada (326, 326', 326'') asignada al CPE (110) dentro de una trama del enlace ascendente,
- 10 determinar la cantidad de ancho de banda del enlace ascendente que puede encajar en una ranura de datos planificada (326, 326', 326'') asignada al CPE (110) en la trama de datos de enlace ascendente para el esquema de modulación específico usado por el CPE,
- 15 construir una ráfaga de datos a partir de los datos almacenados en la memoria intermedia de datos del enlace ascendente para su transmisión en la ranura de datos planificada (326, 326', 326'') en un orden determinado por la priorización, y
- transmitir la ráfaga de datos a la estación base en la ranura de datos planificada (326, 326', 326'') en una trama del enlace ascendente compartida con datos del enlace ascendente desde uno o más de los otros CPE (110) en base al mapa del enlace ascendente recibido desde la estación base (104).
9. Un equipamiento en las instalaciones del cliente, como se reivindica en la reivindicación 8, en el que el procesador (452) se configura para transmitir una solicitud de ancho de banda a la estación base (104) en el evento de que el ancho de banda asignado al CPE (110) no sea suficiente para transmitir todos los datos del enlace ascendente actualmente almacenados en la memoria intermedia de datos del enlace ascendente (456).
- 20 10. Un equipamiento en las instalaciones del cliente, como se reivindica en la reivindicación 8, en el que el procesador (452) se configura para transmitir una solicitud de ancho de banda dentro del ancho de banda que se usa en otro caso para una conexión de prioridad más baja de entre la pluralidad de conexiones.
- 25 11. Un equipamiento en las instalaciones del cliente, como se reivindica en la reivindicación 8, en el que el procesador (452) se configura para colocar en la ráfaga de datos un bit de sondéame establecido para solicitar que la estación base (104) consulte al CPE (110) sobre una solicitud de ancho de banda.
- 30 12. Un equipamiento en las instalaciones del cliente, como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que el procesador (452) se configura para realizar cualquiera de entre las operaciones de empaquetado, compresión de la cabecera del contenido útil, fragmentación o una combinación de estas sobre la ráfaga de datos previamente la transmisión.
- 35 13. Un equipamiento en las instalaciones del cliente, como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que el procesador (452) se configura para determinar, en base al tipo de modulación usada por el CPE (110) y en base al parámetro de las conexiones actualmente servidas, cuántos datos encajarán en la ráfaga de datos de modo que se pueda transmitir la ráfaga de datos durante la ranura de datos planificada en la trama de datos del enlace ascendente.
- 40 14. Un equipamiento en las instalaciones del cliente, como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que el procesador (452) se configura para almacenar los datos que están listos para su transmisión en el enlace ascendente en la memoria intermedia de datos del enlace ascendente (456) de acuerdo con la prioridad de las conexiones actualmente servidas.
15. Un equipamiento en las instalaciones del cliente, como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, en el que el procesador (452) se configura para priorizar los datos que están listos para la transmisión en enlace ascendente en la memoria de datos del enlace ascendente (456) usando punteros y/o el equipamiento en las instalaciones del cliente, comprende preferentemente además un procesador de control del procesador de acceso al medio (462) operativo para ejecutar la funcionalidad de la capa de MAC general (464).

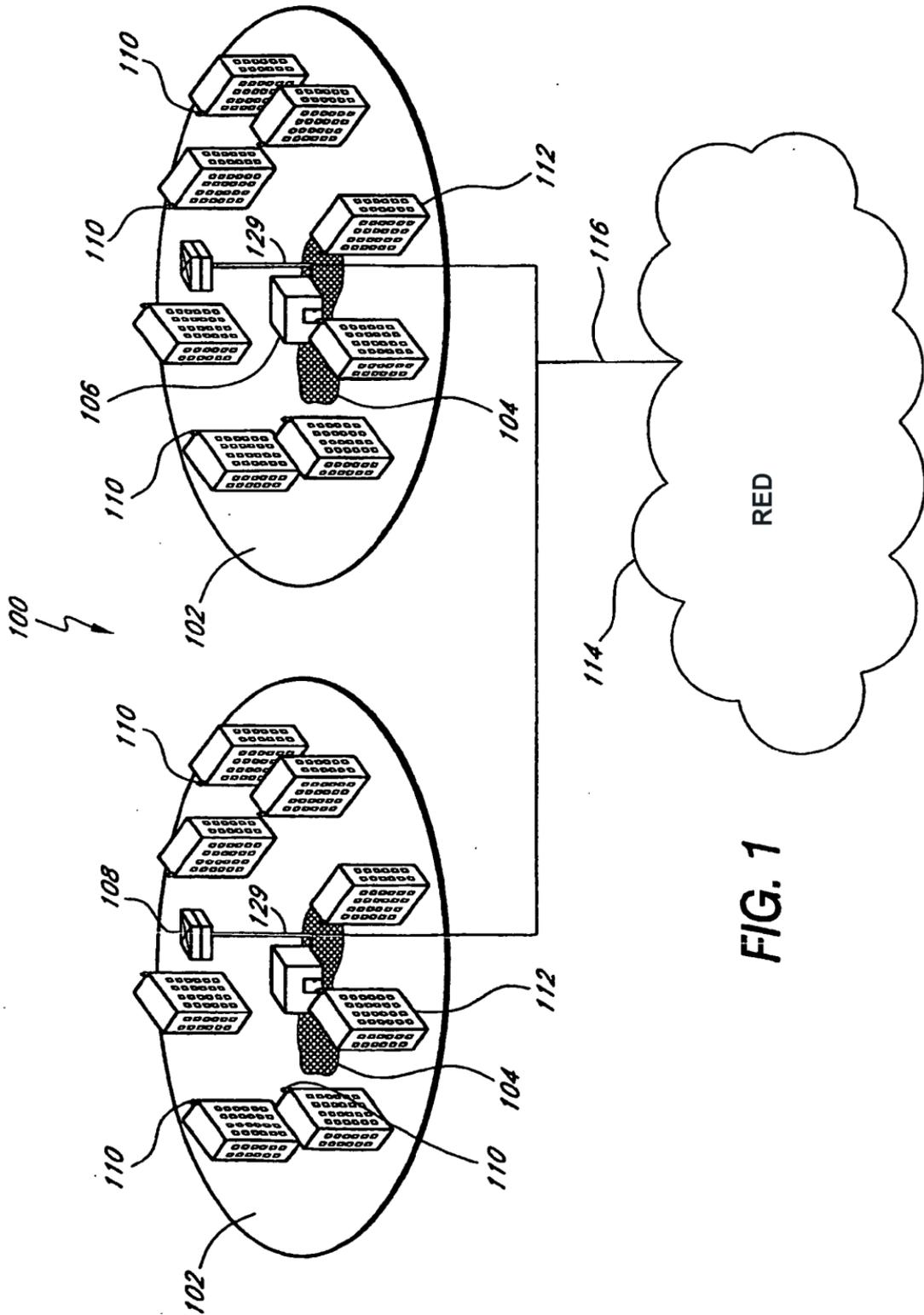


FIG. 1

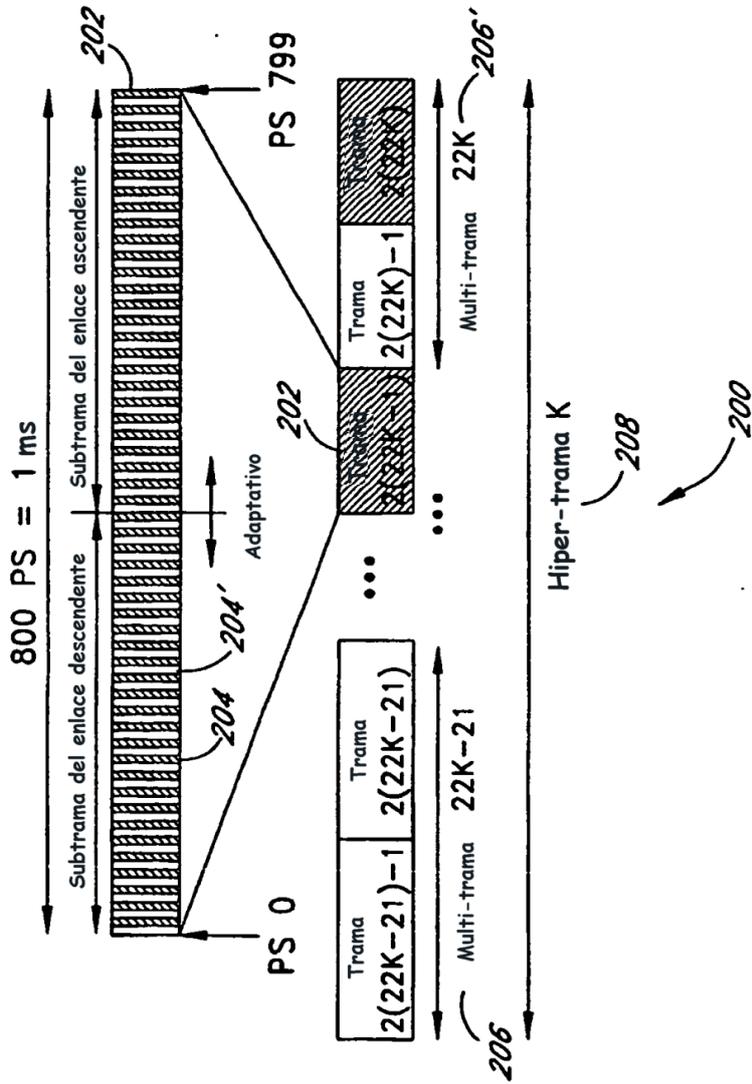


FIG. 2

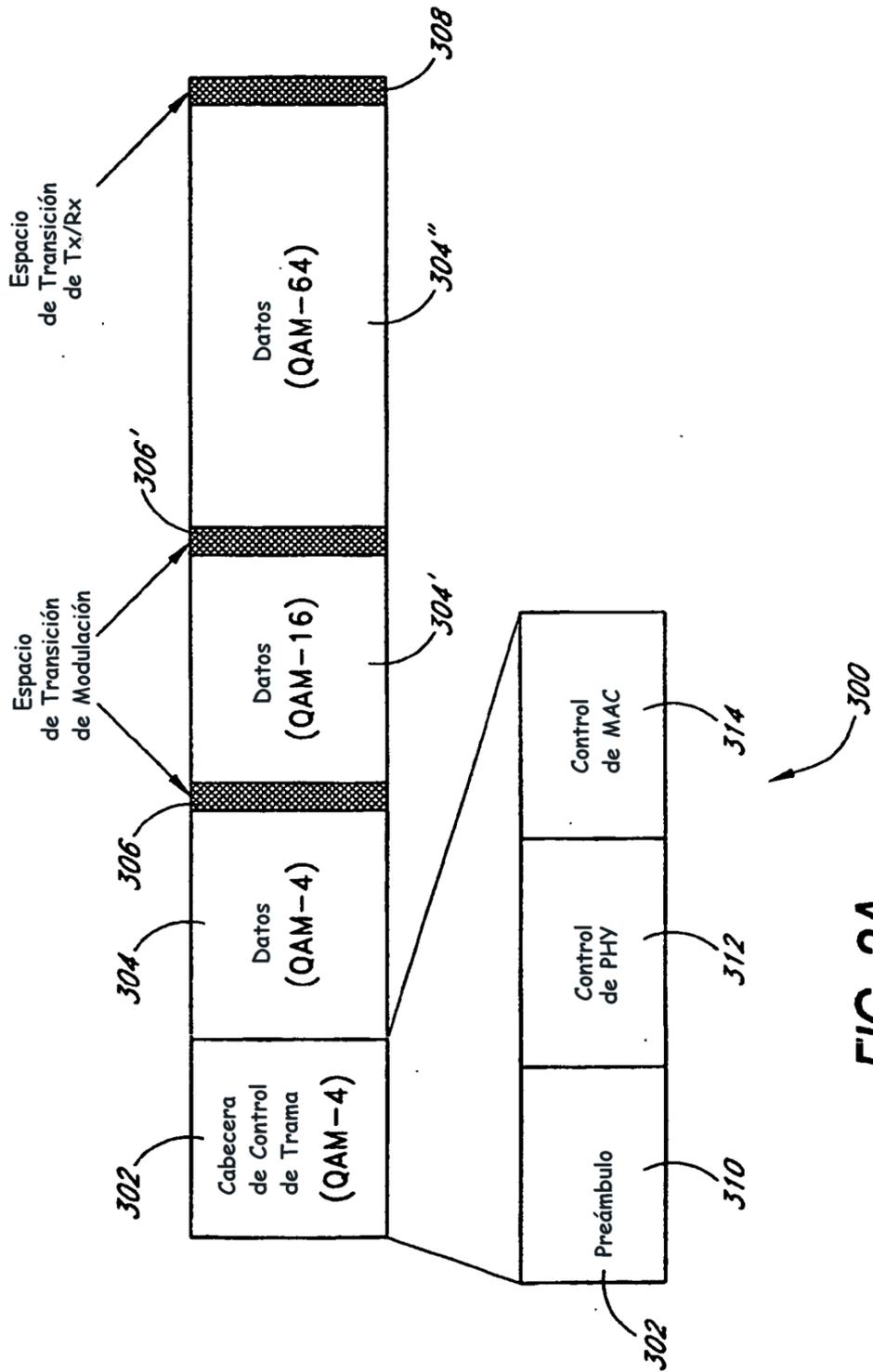


FIG. 2A



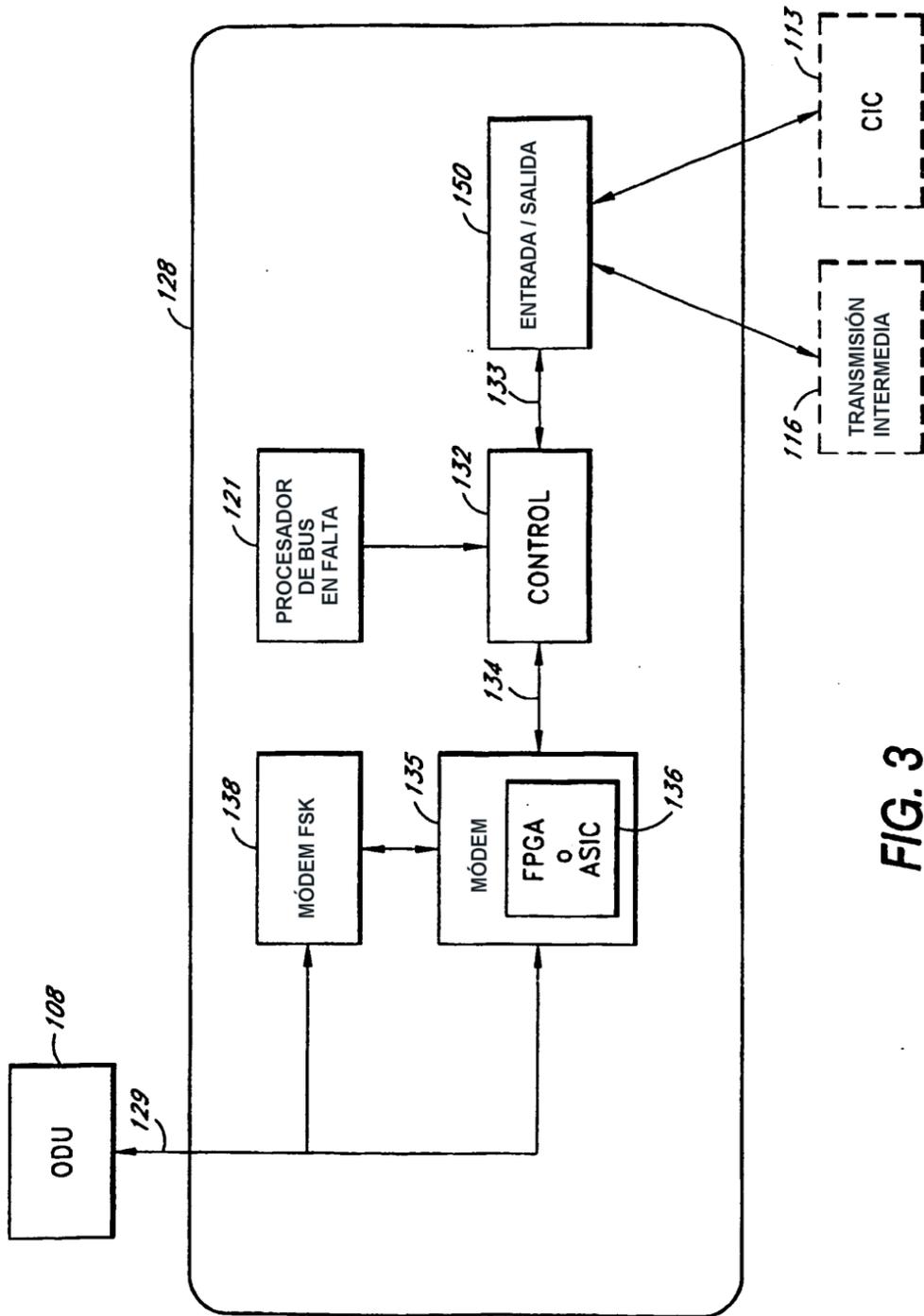


FIG. 3

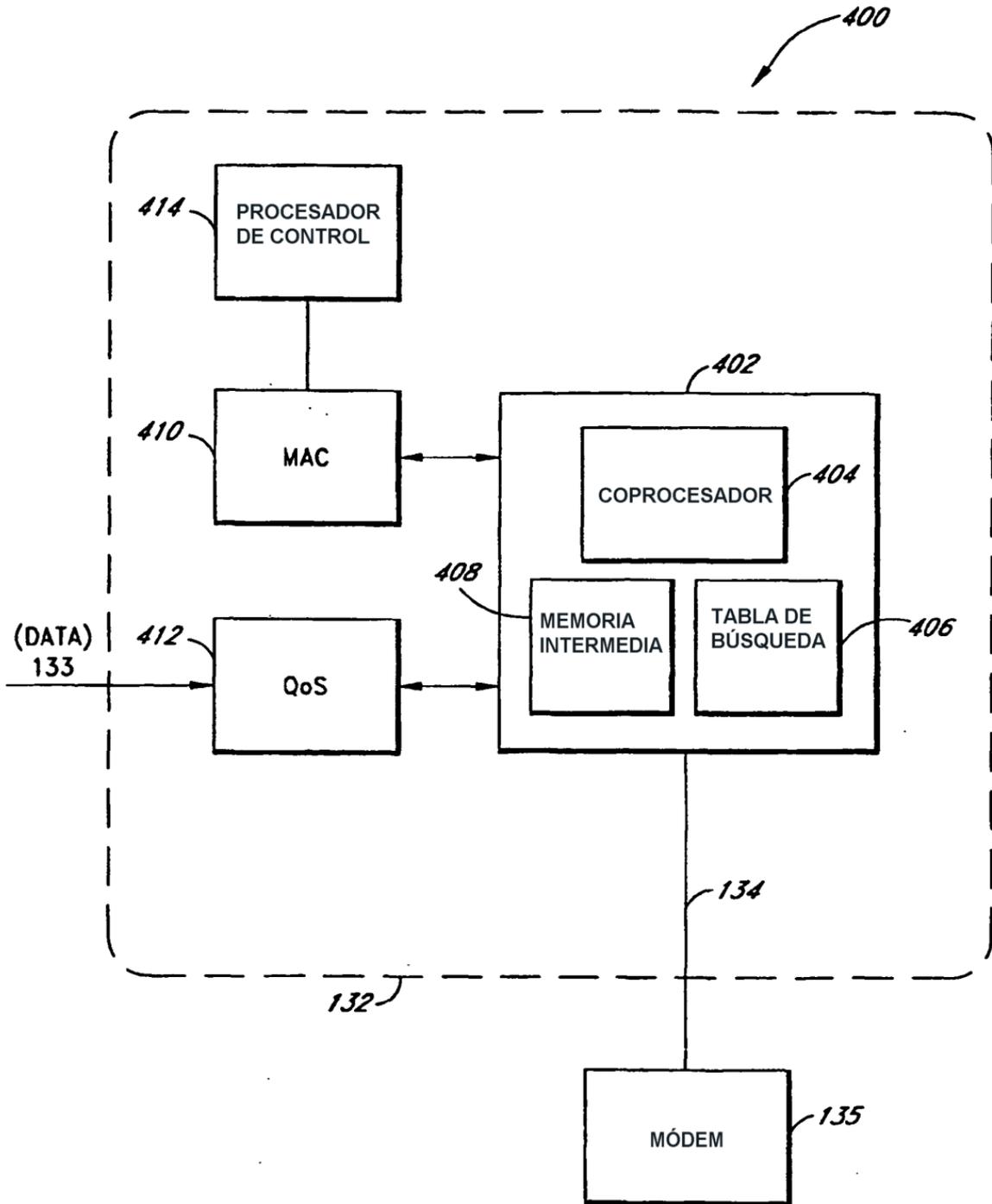


FIG. 4

MÓDULOS DEL CONTROLADOR  
(DE ACCESO AL MEDIO IMAC)

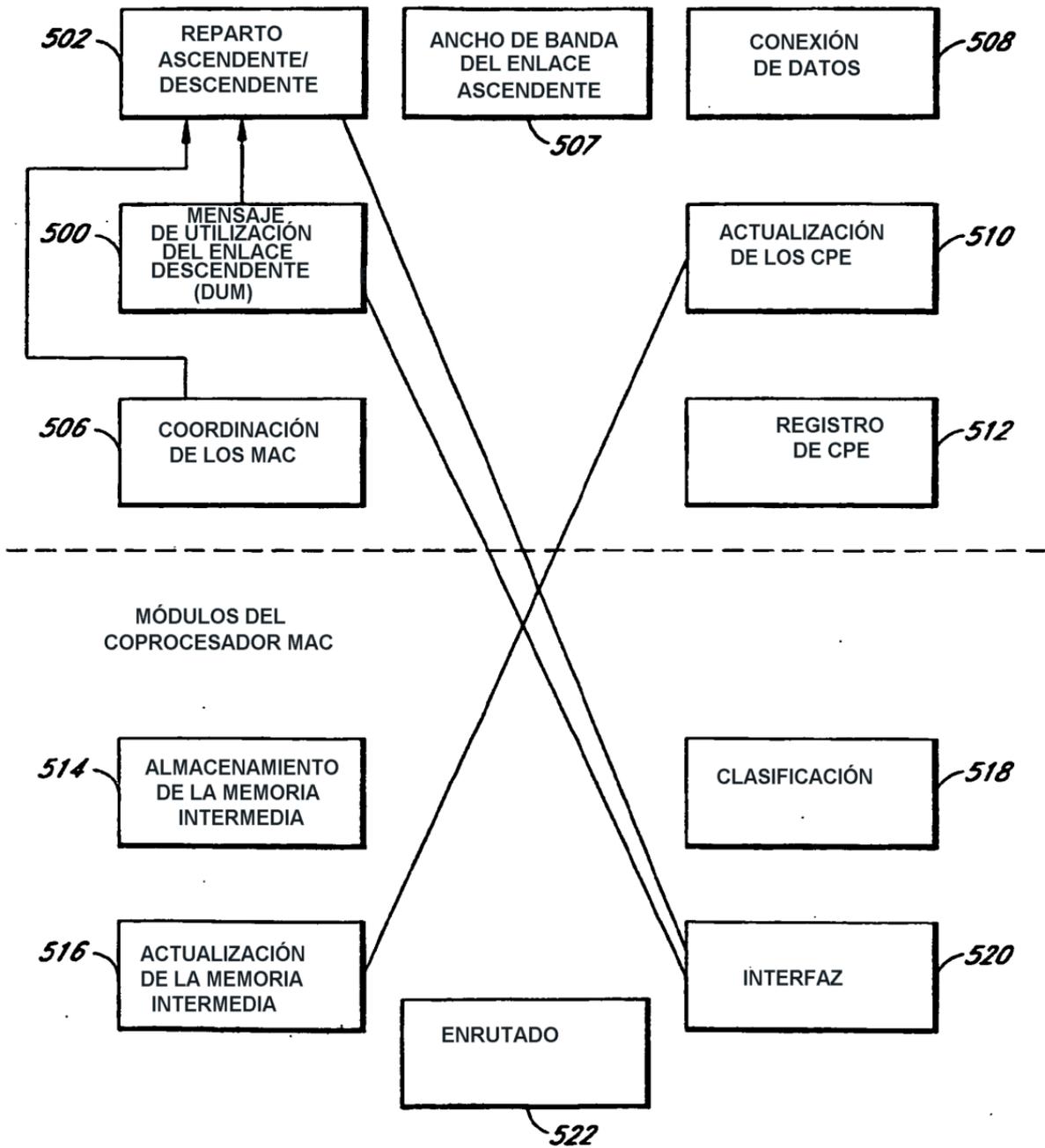
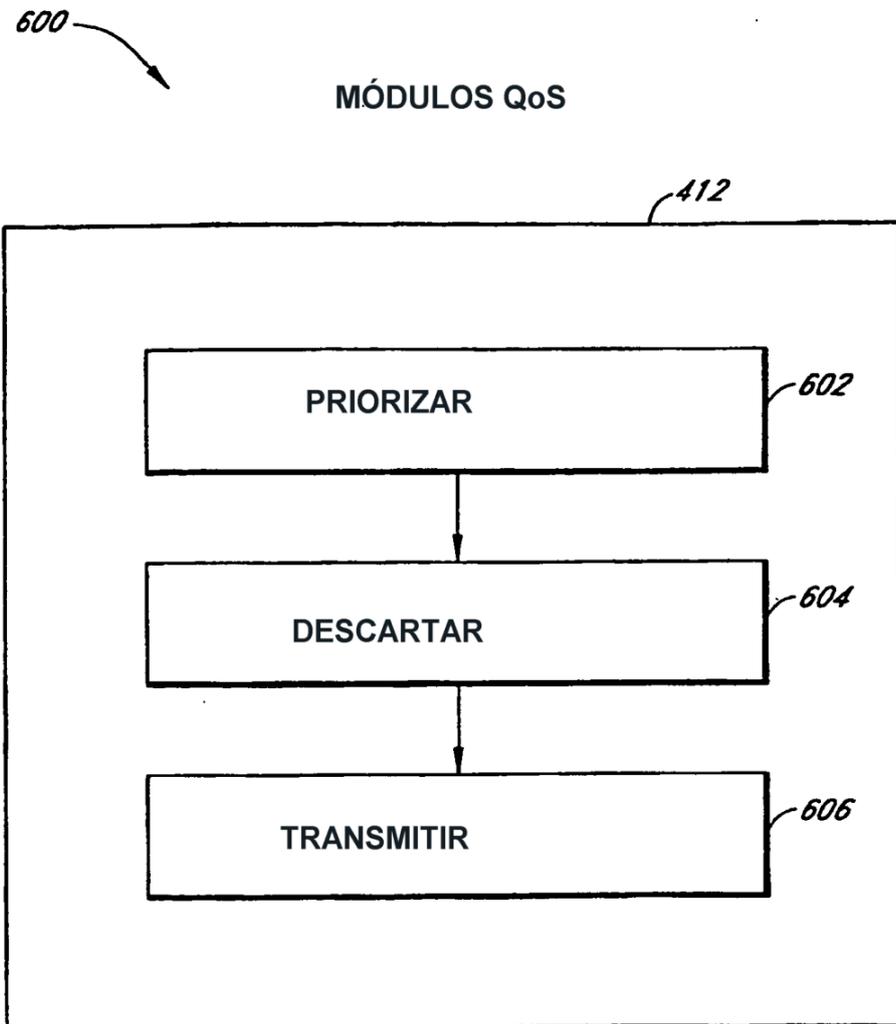
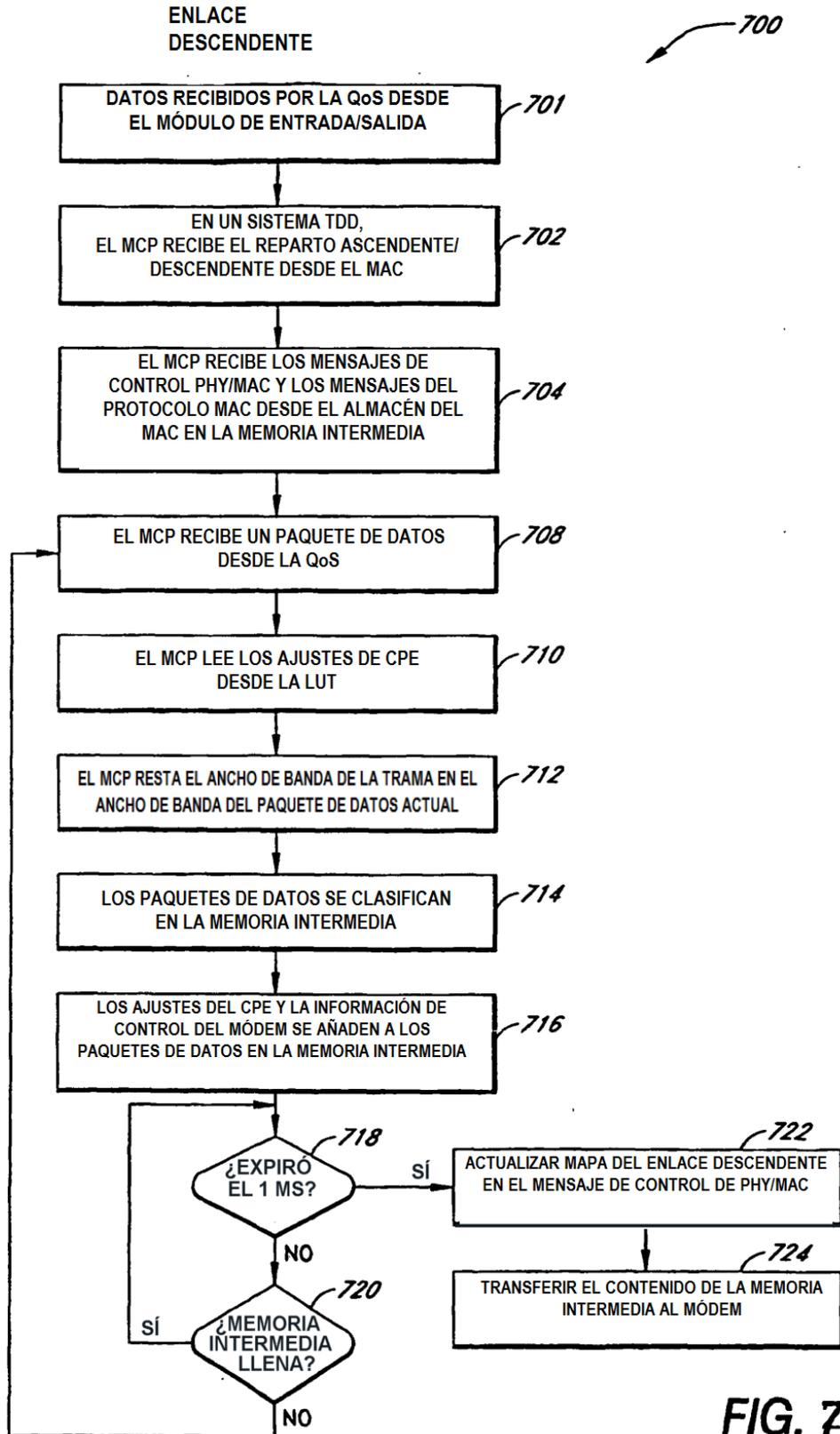


FIG. 5



**FIG. 6**



**FIG. 7**

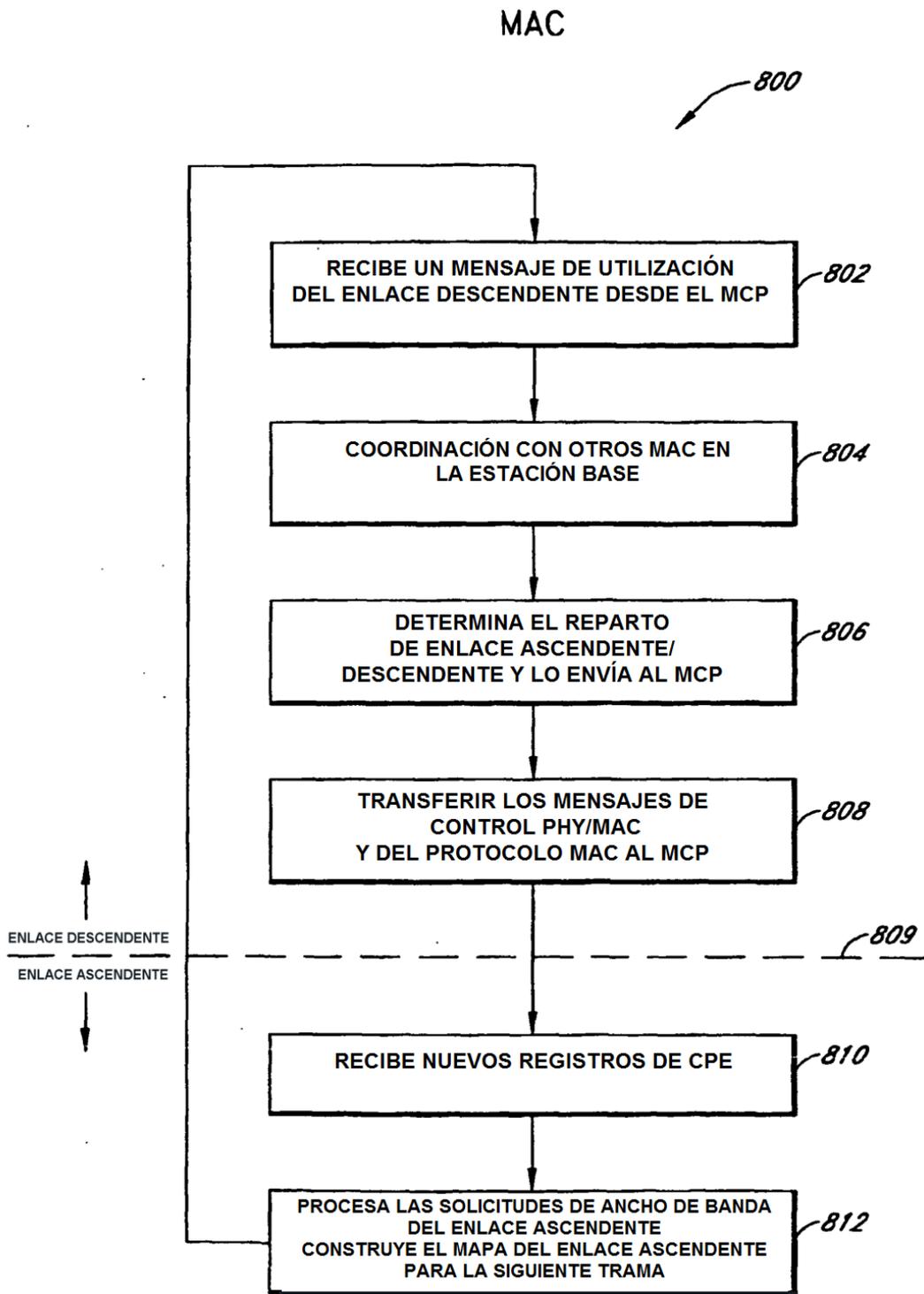


FIG. 8

ENLACE ASCENDENTE

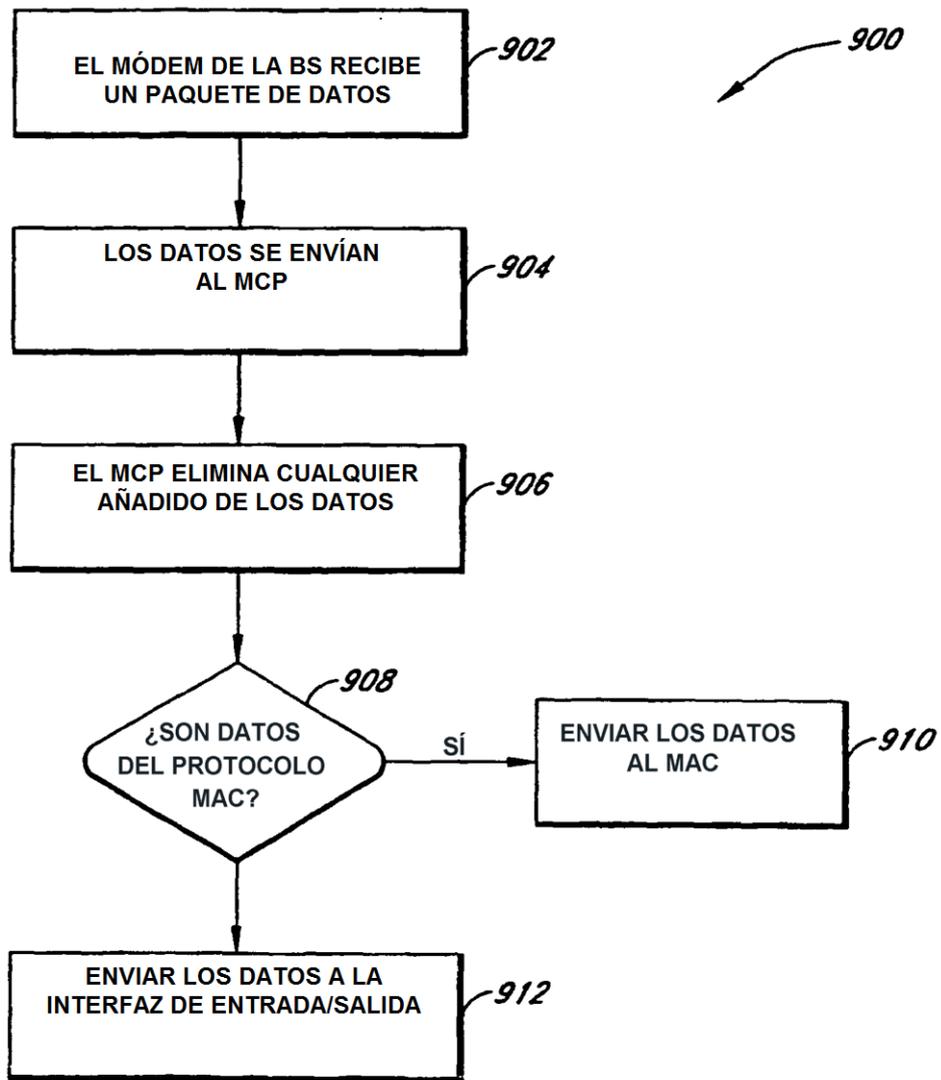


FIG. 9

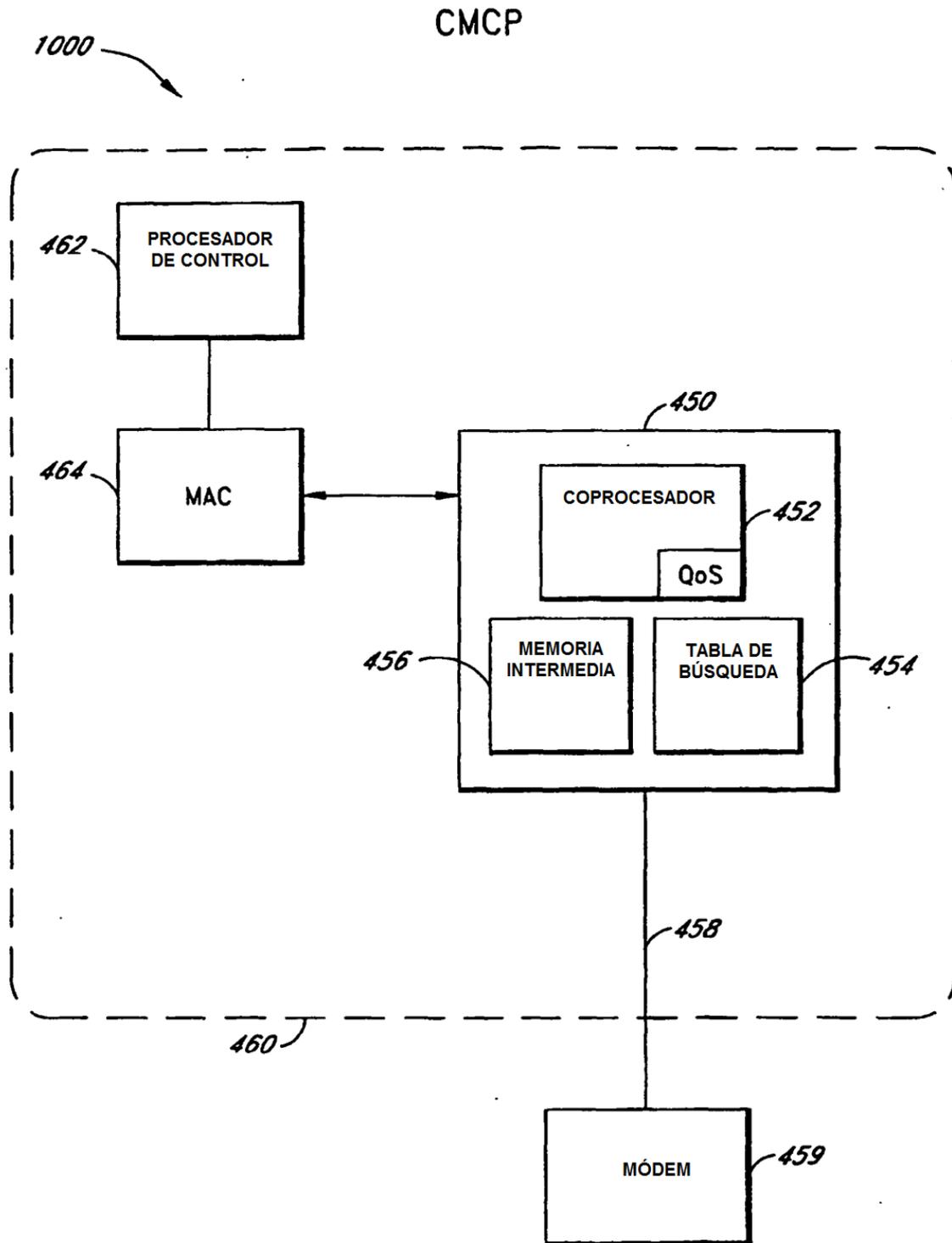


FIG. 10

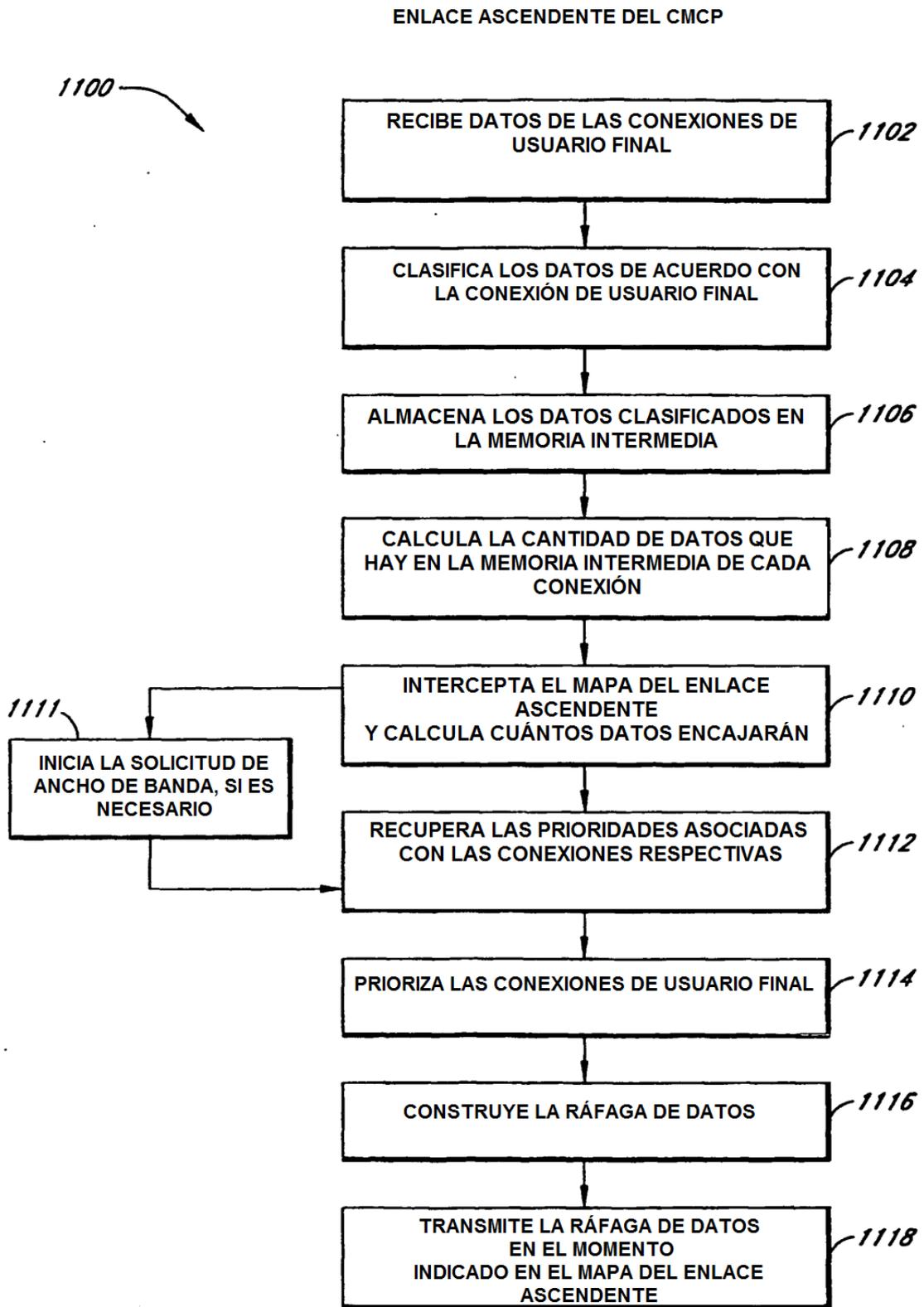


FIG. 11