

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 619**

51 Int. Cl.:  
**H04L 12/56** (2006.01)  
**H04Q 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07108168 .1**  
96 Fecha de presentación: **14.05.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1993239**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.11.2008**

54 Título: **Conmutador de paquetes distribuido para su utilización en una red**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**17.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**17.10.2012**

73 Titular/es:  
**INTUNE TECHNOLOGIES LIMITED  
9C BECKETT WAY, PARK WEST BUSINESS  
PARK  
DUBLIN 12, IE**

72 Inventor/es:  
**Farrell, Thomas;  
Dunne, John y  
Shields, James**

74 Agente/Representante:  
**Curell Aguilá, Mireia**

ES 2 388 619 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**

Conmutador de paquetes distribuido para su utilización en una red.

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un procedimiento y un aparato de construcción de un conmutador para conectar flujos de datos de paquetes entre puertas o nodos para su utilización en una red de comunicación.

**10 Antecedentes de la invención**

Las redes de telecomunicaciones se utilizan para prestar servicios que generan ingresos a gran escala a los abonados particulares y comerciales. Los servicios prestados a estos abonados han evolucionado durante los últimos 10 años desde las comunicaciones de voz primarias, a menudo denominadas POTS (Plain Old Telephony Services), hasta un rango más amplio de servicios basados en la transmisión de paquetes para interconectar dispositivos de terminal y plataformas de servicios más avanzados desde el punto de vista informático. La distribución de ancho de banda entre los abonados ha aumentado sustancialmente y continúa haciéndolo, de tal manera que cuando la infraestructura lo admita, los operadores de telefonía serán técnicamente capaces de ofrecer todos los servicios esenciales a los consumidores a través de una única estructura de red basada en paquetes.

La evolución de la tecnología ha permitido incrementar la distribución de ancho de banda basada en paquetes entre los edificios de los abonados, y se han elaborado los protocolos avanzados L3 y superiores y arquitecturas de gestión y control de contenidos para utilizar en el núcleo, pero la infraestructura que conecta el borde con el núcleo no es idónea para adaptarse al crecimiento causado por la distribución de los servicios integrados. Esto es válido para la aplicación de unidifusión a servicios personales, tales como la IPTV, pero más particularmente para los servicios de comunicación de banda ancha de persona a persona entre redes pares, tales como el intercambio de vídeos y los juegos interactivos. Esta idea se ilustra considerando que la red de transporte está dividida en tres zonas. La primera zona es la de conexión entre el dispositivo del borde del servicio basado en paquetes y el abonado. Esta es la denominada red de acceso. La segunda zona es la de conexión entre los dispositivos del borde del servicio basado en paquetes y los dispositivos del núcleo de la red. Esta es la denominada red colectora. La tercera zona es la del núcleo, que permite la conexión entre redes colectoras.

La tecnología actual del colector permite la interconexión entre los dispositivos del borde del servicio de paquetes y los dispositivos del núcleo mediante canales ópticos DWDM fijos. Estos canales están disponibles en el borde del servicio como interfaces de paquetes estándares bidireccionales que operan con un ancho de banda elevado. Un ejemplo de este tipo de interfaz es la interfaz Ethernet de 10 Gbit. Puesto que el canal óptico tiene una capacidad fija, la planificación de red exige que la ocupación del canal sea inferior a la capacidad completa, para permitir el flujo sin problemas de los paquetes en la banda de base combinada con los picos de ráfagas superpuestos. A medida que el ancho de banda de la red de acceso se incrementa, se necesitan puertas ópticas adicionales para llevar la conectividad hasta el núcleo. De ello resulta que las interfaces de los dispositivos de borde del servicio se transfieren al núcleo de la red, donde deben cambiarse con fines de acondicionamiento y agregación antes de realizar la entrega a los dispositivos del núcleo. Uno de los problemas de esta disposición es que la creciente incorporación de servicios provoca un incremento de los canales ópticos DWDM parcialmente ocupados en el colector y un correspondiente aumento de las puertas de conmutación y la capacidad de tejido en el extremo de la cabecera del colector.

Se han descrito conmutadores de paquetes distribuidos basados en la tecnología de óptica de ráfagas de dos grandes categorías: los sistemas ópticos abiertos y los sistemas ópticos cerrados. Un sistema óptico abierto es un sistema que ofrece conexiones ópticas externas. Un sistema óptico cerrado permite el uso de un sistema de control de gestión de potencia óptica determinista. Esto significa que no existen interfaces ópticas externas en el lado de la línea. Todas las interfaces externas de la presente invención están en el lado de la puerta. Las interfaces del lado de la puerta pueden ser de fibra óptica, pero no está prevista externamente ninguna interfaz con el sistema óptico de conmutación y transmisión. Se han descrito dos categorías de conmutación distribuida de paquetes basada en los sistemas ópticos cerrados: los sistemas sincrónicos y los sistemas asincrónicos. Con la primera, se distribuye una temporización precisa por todo el sistema óptico cerrado, y esta se utiliza para asegurar que cada puerta del conmutador distribuido pueda obtener acceso determinista a la capacidad disponible de la fibra, conjuntamente con otras puertas que también requieren acceso. Este procedimiento se conoce como "planificación".

No obstante, uno de los defectos de los sistemas sincrónicos es la complejidad de la temporización precisa, que conlleva la necesidad poco práctica de controlar las longitudes de fibra entre nodos, y la ineficacia resultante de la desalineación entre las longitudes de los paquetes y las longitudes de las unidades de los contenedores de transmisión disponibles en el sistema óptico.

Los conmutadores de paquetes distribuidos basados en la conmutación óptica de ráfagas asincrónicas se han descrito previamente en la publicación de patente PCT número W02005/125264. En estos sistemas, están previstos unos medios de prevención de colisiones, en los cuales una puerta del sistema puede detectar que un canal óptico

está libre, conmutar el láser de la fuente al canal libre y transmitir una ráfaga de datos de paquetes. Está previsto un retardo para que, en caso de que se detecte posteriormente que el canal está siendo utilizado por un nodo precedente, la transmisión pueda truncarse y evitar una colisión. Este sistema ofrece un uso eficiente del medio óptico y un acceso sensible a los medios ópticos en cualquier puerta local y no presenta ninguna restricción inviable sobre la longitud de la fibra ni complicaciones derivadas de la temporización precisa.

No obstante, uno de los inconvenientes de un conmutador distribuido con acceso asincrónico y tecnología de previsión de colisiones es que, cuando la red está muy cargada con flujos de paquetes, un canal óptico precedente puede ocupar un canal óptico para sus necesidades y mantenerlo ocupado como respuesta a las demandas de carga, impidiendo de ese modo que los siguientes nodos obtengan el acceso.

Aunque esto de por sí no resulta problemático en flujos de tráfico completamente conectados, es inutilizable en la aplicación de colector donde una gran proporción de los flujos de paquetes converge en los nodos siguientes de la cadena óptica. Para superar esta deficiencia, se han propuesto unos procedimientos en los que un mecanismo de retroalimentación arbitra el acceso a un canal óptico de un destino con sobresuscripción. No obstante, esta propuesta unidimensional simple da lugar al bloqueo de la selección de longitud de onda en los nodos de origen, pudiendo entonces cada nodo acceder solo a su vecino más lejano siendo la reiniciación la única manera de resolver esta situación, o pudiéndose producir oscilaciones, en las que la profundidad de la ocupación de las memorias tampón de datos de entrada aumenta y disminuye con alternancia. Con estas dos condiciones, se inducen latencia e inestabilidad en los servicios prestados a través del conmutador distribuido, lo cual hace que este sea poco práctico para las aplicaciones de interconexión en red reales.

La publicación de solicitud de patente europea nº 1 351 458 divulga un grupo de longitudes de onda compartidas para diferenciar trayectorias de conmutación por etiquetas para el control de la congestión en redes de conmutación de ráfagas ópticas.

La publicación de solicitud de patente europea nº 1 705 848 divulga procedimientos y dispositivos para encaminar el tráfico mediante equilibrado aleatorio de la carga.

La publicación de patente US nº 6.728.212 divulga un planificador asimétrico de relleno de vacíos con captura de ancho de banda.

### **Objetivo de la invención**

La presente invención se refiere a la aplicación de un sistema de planificación y control de conmutación óptica que permite a un conmutador de paquetes distribuido superar los problemas mencionados anteriormente.

### **Sumario de la invención**

Según la presente invención, tal como se establece en las reivindicaciones adjuntas, está previsto un conmutador de paquetes distribuido para controlar los flujos de paquetes de datos en una red, comprendiendo dicho conmutador unos medios para actuar sobre un soporte de fibra óptico cerrado de ráfagas asincrónicas, y por lo menos un sistema de control situado en un nodo para controlar las características del flujo de paquetes de datos, configurado para operar dependiendo de por lo menos un parámetro de eficiencia.

La presente invención supera los problemas mencionados utilizando la tecnología de conmutación de ráfagas para construir un conmutador de paquetes distribuido e interconectar dispositivos del borde del servicio de paquetes con dispositivos del núcleo en la red, de tal manera que los flujos de paquetes se acondicionan y agregan directamente dentro de los medios ópticos de transmisión. La ventaja de esta disposición es que hasta ahora no se había propuesto ningún conmutador de paquetes distribuido que actuara sobre una modalidad de ráfagas asincrónicas y que comprendiera un sistema de control dependiente de un parámetro de eficiencia.

Convenientemente, el parámetro de eficiencia se define mediante la proporción entre la cantidad de información transmitida desde un dispositivo durante un intervalo de tiempo y la cantidad máxima teórica que se podría transmitir durante el intervalo para por lo menos un flujo de paquetes de datos. Los inventores de la presente invención han descubierto que este parámetro es muy adecuado para controlar el funcionamiento de los flujos de paquetes de datos en la red.

Convenientemente, se dispone de un sistema de control en un nodo del conmutador para mantener las características de los paquetes de flujos de datos necesarias, y por lo menos un sistema de control se comunica con otros sistemas de control a través de un canal de señalización de red común para toda la red.

Convenientemente, el sistema de control puede comprender un árbitro de fuente que funciona con información local disponible en el nodo, y un procesador de planificación que comprende unos medios para recibir entradas desde otros sistemas de control y la información local disponible en el nodo. El procesador de planificación puede calcular parámetros de prioridad del árbitro de fuente a partir del parámetro de eficiencia.

Un aspecto de la presente invención consiste en que el árbitro de fuente funciona por completo con información local disponible en el nodo donde reside, mientras que el procesador de planificación obtiene su entrada a partir de otros procesadores de planificación del sistema óptico cerrado, así como de datos que tiene disponibles en el nodo en el que se ejecuta, y a partir de sistemas de posición más elevada en el control de la red, tal como un usuario, un control de capa más alta o el sistema de operaciones y mantenimiento (OAM).

La adición de un sistema de control en cada nodo modifica el funcionamiento del sistema de control de conmutación y de prevención de colisiones, de tal forma que se mantienen las garantías de características de flujo necesarias en toda la red, mientras se permite la redistribución de los recursos espectrales no utilizados para cargas de puertas de entrada elevadas. Los sistemas de control de cada nodo se comunican a través de un canal de señalización común para toda la red. Esta disposición tiene como resultado un sistema de control de acceso directo de respuesta rápida utilizado para seleccionar qué datos se van a transmitir, durante cuánto tiempo y en qué canal, cuyos criterios de selección están modulados por un sistema de control para toda la red que opera con una constante de tiempo más largo para mantener las características de flujo deseadas definidas por el usuario.

Convenientemente, el sistema de control comprende unos medios para modificar la prioridad en la transmisión de los datos de paquetes desde las líneas de espera de entrada hasta un nodo, según cualquiera o todas las combinaciones de las entradas siguientes:

- a. un conjunto de flujos especificados por un usuario;
- b. la velocidad media del flujo a través de la puerta de entrada, combinada o por línea de espera, en la que la media puede determinarse con respecto a un intervalo configurable;
- c. el retardo medio experimentado por los paquetes que fluyen a través de una puerta, en el que el promedio puede determinarse con respecto a un intervalo configurable;
- d. las condiciones de carga de las demás puertas de los medios de fibra cerrados, determinadas mediante la última información recibida desde las otras puertas de los medios de fibra cerrados a través de un canal de señalización común para todas las puertas del sistema óptico cerrado;
- e. una asignación de un sistema de computación local o central que modifica los flujos especificados por el usuario.

Preferentemente, el sistema de control responde de forma autónoma al estado de las entradas actuales, conforme a los parámetros introducidos desde un segundo sistema de control que actúa en función de las entradas facilitadas por un usuario y desde el resto de los sistemas de control de la red. Idealmente, el primer sistema de control utiliza un intervalo de planificación muy corto para calcular desde cuál de las líneas de espera de entrada debe transmitirse. Convenientemente, los resultados de esta transmisión actualizan los créditos, que también pueden ser actualizados por el segundo sistema de control que actúa en un intervalo de planificación más largo. En esta forma de realización, los créditos se asignan con líneas de espera para representar su prioridad. La provisión de un primer sistema de control de intervalos de planificación cortos dentro de un sistema de control de intervalos de planificación más largos ofrece la ventaja de reducir al mínimo la latencia.

Idealmente, se proveen unos medios para que el usuario introduzca las características de los flujos de datos asignados, comprendiendo dichos medios de asignación un acumulador de dos dimensiones que se utiliza para impedir la aceptación de entradas de usuario cuando las entradas hacen que el acumulador supere el comportamiento doblemente estocástico para el rendimiento de conmutación de paquetes deseado.

Convenientemente, los flujos predefinidos de todas las puertas son iguales a los de las demás puertas, de tal manera que, sin intervención del usuario, se asigna el mismo tratamiento a todas las puertas.

En otra forma de realización, el sistema de control monitoriza el flujo de datos que pasa a través de una puerta de entrada y entra en los medios ópticos de ráfagas, y transmite una forma del flujo de datos monitorizada a los demás sistemas de control por el resto de puertas de la red. El conmutador puede comprender unos medios para que el usuario establezca un parámetro de eficiencia de estructura, en el que el parámetro de eficiencia de estructura se utiliza como entrada para el procesador de planificación.

En otra forma de realización adicional, está previsto un procedimiento de utilización de un conmutador de paquetes distribuido para controlar los flujos de paquetes de datos en una red, comprendiendo dicho procedimiento las etapas siguientes: utilización del conmutador de paquetes distribuido a través de un soporte de fibra óptica cerrado de ráfagas asincrónicas y control de las características del flujo de paquetes de datos en un nodo, de tal forma que dicho conmutador de paquetes distribuido está configurado para funcionar dependiendo de por lo menos un parámetro de eficiencia.

Está asimismo previsto un programa informático que comprende instrucciones de programa que determinan que un programa informático lleve a cabo los aspectos de la presente invención, cuyas formas de realización pueden ser un soporte de registro, una señal portadora o una memoria de solo lectura.

**5 Breve descripción de los dibujos**

La presente invención se pondrá mejor de manifiesto a partir de la siguiente descripción de una forma de realización, descrita únicamente a título de ejemplo, considerada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los cuales:

10 la figura 1 ilustra un conmutador de paquetes distribuido según una forma de realización de la presente invención;

la figura 2 ilustra una jerarquía de control del conmutador de paquetes distribuido;

15 la figura 3 ilustra un anillo colector donde los dispositivos del borde del servicio de paquetes se conectan con los dispositivos del núcleo del servicio de paquetes mediante el sistema de conmutación óptica de ráfagas asincrónicas según una forma de realización de la presente invención y

20 la figura 4 ilustra un anillo colector donde los dispositivos del borde del servicio de paquetes se conectan con los dispositivos del núcleo del servicio de paquetes mediante el sistema de conmutación óptica de ráfagas asincrónicas según otra forma de realización de la presente invención.

**Descripción detallada de los dibujos**

25 Haciendo referencia a la figura 1, se ilustra una sección del sistema óptico cerrado según la presente invención, en el que se representan señales, en forma de paquetes de datos que entran en 108, atraviesan un divisor 109 y pasan a la línea de retardo 110. Las señales ópticas generadas en la puerta se combinan en 111 y salen del nodo para entrar en el sistema óptico cerrado en 112. La trayectoria de recepción de este nodo empieza con la señal óptica dividida desde el sistema principal 106. Esta señal penetra en un módulo de demultiplexación óptica, que puede diseñarse en una variedad de maneras, incluida una forma de realización preferida de unas guíaondas dispuestas en una matriz. Un canal de control óptico 117 también se divide en este punto y pasa al conmutador de comunicaciones 119.

35 En una forma de realización preferida, el conmutador 119 es un conmutador eléctrico de paquetes. Este suprime e inserta paquetes (paquetes de datos) para el nodo a través de la interfaz 116 con un procesador de planificación 115. A continuación, se añade ópticamente un canal de control al sistema óptico cerrado en 111 a través de la interfaz 118. El sensor 105 también facilita una detección de portadora simple para todas las longitudes de onda activas del sistema óptico, y las presenta al árbitro de fuente a través de la interfaz 121. Este consiste en un bus paralelo de valores de verdad de detección de la portadora, de tal forma que la presencia de una portadora da como resultado un "1" lógico y la ausencia, un "0" lógico. Por último, el sensor 105 suprime el canal de recepción para el receptor óptico de ráfagas 104. Esto permite la sincronización con la velocidad de la ráfaga de la portadora mediante un preámbulo, y permite hallar la cabecera de la ráfaga, que se extrae con fines de OAM, y pasar el contenido de ésta a una memoria tampón de entrada elástica 103. Esta memoria tampón recrea los paquetes de las transmisiones de ráfagas reteniendo en la memoria tampón los bits que constituyen paquetes parciales hasta que se recibe el resto de datos del paquete, de tal manera que, de la puerta en 102, solo salen paquetes de datos completos.

45 En la dirección de transmisión, los paquetes de datos entran por una puerta en 101 y pasan a una unidad de procesamiento de dirección 125. Esta unidad consulta la dirección en la tabla almacenada en 124, que se ha escrito y mantenido desde el plano de control de la red a través de la interfaz 126. Cuando se determina el destino del paquete, la unidad de procesamiento de dirección 125 lo escribe en la correspondiente línea de espera de salida virtual 123. A continuación, el conmutador óptico de ráfagas 122 selecciona a cuál de las líneas de espera debe prestar servicio bajo control de un árbitro de fuente 120. El conmutador óptico de ráfagas 122 selecciona un canal óptico, extrae una cantidad de datos de la correspondiente línea de espera de salida virtual en 123, la encapsula en una envolvente de ráfaga y la pasa al combinador óptico 111. El árbitro de fuente 120 utiliza la detección de la portadora 121 y el estado de las líneas de espera de salida y unos parámetros de control del conmutador adicionales del procesador de planificación 115 para seleccionar el canal y la cantidad de información que se va a transmitir. Para ello, el procesador de planificación 115 mantiene un control global sobre los flujos que pasan a través de la puerta hacia todos los destinos y utiliza los parámetros del conmutador almacenados en 113 e introducidos por un usuario del plano de control de la red o un sistema OAM a través de 114 y comunica con otros procesadores de planificación a través del canal de control.

60 El árbitro de fuente 120 y el procesador de planificación 115 funcionan conjuntamente para formar el sistema de control añadido al conmutador de paquetes distribuido y generar las características del flujo de paquetes que se pueden utilizar en aplicaciones de red, tales como la recogida, la agregación y el acondicionamiento, aunque no limitadas a estas.

65 Otro aspecto de la presente invención es que el árbitro de fuente responde al estado actual de las líneas de espera

virtuales de entrada 123 y el estado actual de la ocupación de la fibra mediante la interfaz 121, y los combina algorítmicamente con parámetros establecidos por el procesador de planificación para seleccionar desde qué línea va a transmitir a continuación y qué cantidad va a transmitir. Por consiguiente, el árbitro de fuente responde en tiempo real a la llegada, por la entrada, de paquetes dirigidos al conmutador distribuido, aunque el procesador de planificación modula su algoritmo de selección de conmutador. El procesador de planificación monitoriza los flujos de paquetes desde la fuente hasta los destinos. Estos flujos se comparan con unas asignaciones provistas almacenadas en el nodo 113. Los excesos o déficits de flujos se utilizan para modular el algoritmo del árbitro de fuente y comunicar las condiciones de flujo actuales a otros árbitros de fuente de los demás nodos situados en todo el sistema óptico cerrado. Los flujos pueden monitorizarse en relación con un acumulador 2-D. Si el número de flujos es inferior al permitido por los valores del acumulador, un algoritmo puede reasignar de nuevo los recursos reservados para los flujos infrutilizados a otros flujos. Por consiguiente, el algoritmo puede comparar los flujos solicitados encontrados en el acumulador 2-D con los flujos reales del conmutador y aplicar los ajustes correspondientes a los flujos reales del conmutador.

En otro aspecto de la presente invención, están previstos unos medios para que el usuario introduzca las características de los flujos de datos de entrada asignados, comprendiendo dichos medios para asignar un acumulador de dos dimensiones que se utiliza para impedir la aceptación de entradas de usuario cuando las entradas hacen que el acumulador supere el comportamiento doblemente estocástico para el rendimiento de conmutación de paquetes deseado. Dicho de otro modo, el número total de flujos de paquetes hasta cualquier nodo de la red no sobrepasa la capacidad del nodo, mientras que al mismo tiempo el número total de flujos desde cualquier nodo no sobrepasa la capacidad de dicho nodo. Por lo tanto, un usuario puede facilitar una matriz 2-D de flujos para asegurar que se mantenga la eficiencia de la red.

En una forma de realización ejemplificativa de la presente invención, el árbitro de fuente se construye a partir de un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) o una matriz de puertas programable in situ (FPGA). El árbitro de fuente 120 comprueba el estado actual de la línea de espera y calcula el retardo de cabecera de línea y la profundidad de la línea de espera. Estos datos se combinan con la salida del monitor de canal óptico y los parámetros de modulación del procesador de planificación y se envían a una función lógica combinatoria que selecciona una de las líneas de espera. El árbitro de fuente 120 cambia entonces un láser a la longitud de onda de destino correspondiente a la línea de espera y escribe los datos de la línea de espera en una trama de ráfaga para la transmisión. El monitor del canal se sigue monitorizando mientras se transmite la ráfaga. Si se detecta una colisión potencial, la transmisión se trunca. Si no se detecta ninguna colisión, la transmisión continúa hasta que se transmite la cantidad necesaria de información de la línea de espera. Una vez terminada la transmisión, el árbitro comunica la cantidad de información transmitida con éxito al procesador de planificación. Los mensajes de los parámetros de modulación desde el procesador de planificación hasta el árbitro de fuente, y de estado de transmisión comunicado se ilustran en la interfaz de la figura 1. Un experto en el diseño de los sistemas electrónicos podrá construir el árbitro de fuente a partir de puertas ASIC o FPGA u otros sistemas de implementación electrónicos.

En una forma de realización adicional de la presente invención, el procesador de planificación 115 se construye a partir de un microprocesador, con la consiguiente memoria y funciones, que ejecuta un programa dedicado como mínimo a las operaciones que dan por resultado la modulación de la salida de prioridad del árbitro de fuente. Los expertos en el diseño de sistemas de microprocesador serán capaces de construir el procesador de planificación. En otra forma de realización de la presente invención, el procesador de planificación y el árbitro de fuente pueden construirse como un único dispositivo electrónico.

Un aspecto importante de la presente invención es el uso por el procesador de planificación 115 de un parámetro de eficiencia en el cálculo de los parámetros de prioridad del árbitro de fuente. La eficiencia se define como la proporción entre la cantidad de información transmitida desde una fuente durante un intervalo y la cantidad máxima teórica que podría transmitirse durante el intervalo. El parámetro de eficiencia es establecido por un control o usuario externo. El procesador de planificación supervisa los flujos de información del nodo para mantener la eficiencia deseada.

Haciendo referencia a la figura 2, se ilustra un esquema lógico del sistema de control global del conmutador de paquetes distribuido en un sistema óptico cerrado. El sistema óptico cerrado 207 está configurado en este caso como un anillo. Todos los nodos 201 son idénticos. El tráfico del plano de datos, que comprende los paquetes añadidos y suprimidos de la puerta de entrada, y la recepción y la transmisión de ráfagas ópticas se resumen en el bloque lógico 204 situado en la parte inferior de cada uno de los nodos 201. En cada nodo se encuentra un árbitro de fuente 203, que funciona en contacto directo con el plano de datos locales 204, y realiza un intercambio de mensajes de información de configuración paramétrica y de los flujos con el procesador de planificación 202. Los procesadores de planificación 202 están conectados por medio de una interfaz de mensajería 206. El canal de mensajería de control 206 también conecta la unidad de control central 205, que lleva a cabo el cálculo de las cargas de las puertas de todo el anillo en relación con las asignaciones provistas, y transmite los parámetros de modulación a los procesadores de planificación 202.

Un aspecto de la presente invención es que un procedimiento de control adicional, representado en la figura 2 con el número 205, supervisa el estado de los flujos desde las fuentes hasta los destinos por todo el sistema óptico cerrado

y calcula la reasignación de los recursos del espectro. Los resultados de este cálculo se transmiten a los procesadores de planificación a través del canal de comunicaciones. Cada procesador de planificación utiliza este resultado para modular la asignación provista para el nodo donde se ejecuta. El procedimiento de control 205 puede estar contenido en la misma unidad de procesamiento que el procesador de planificación (115, 202) y se ejecuta en cada nodo de forma simultánea.

Puesto que el tiempo que tarda un mensaje en atravesar el sistema óptico cerrado y regresar con un cálculo es superior al tiempo que necesita el árbitro de fuente para tomar una decisión de conmutador actual, puede considerarse que el sistema presenta un sistema de control local sumamente sensible modulado por un sistema de control de constante de tiempo más largo. Esto se representa en la figura 2.

La figura 3 representa un anillo colector, donde los dispositivos del borde del servicio de paquetes 301 se conectan a un dispositivo del núcleo del servicio de paquetes 303 mediante un conmutador de paquetes distribuido configurado en un sistema óptico cerrado 302 con puertas de borde 305 y puertas de núcleo 304. El dispositivo del núcleo del servicio de paquetes intercambia una cantidad de tráfico agregado equivalente a hasta 2 puertos con los cuatro dispositivos del borde del servicio de paquetes. La función del conmutador distribuido aplica la agregación y la distribución directamente al espectro de transmisión conforme al sistema de control descrito en la presente memoria. Las puertas del núcleo pueden suministrar flujos de paquetes agregados de varios servicios desde los dispositivos del borde del servicio de paquetes.

En otro aspecto de la presente invención, se dispone de unos medios que facilitan las asignaciones provistas. Dichos medios son flujos desde una fuente hasta los destinos accesibles desde esa fuente en el sistema óptico cerrado. En la figura 3, existen dos destinos 304 a los cuales se puede acceder desde las fuentes 305. La asignación provista corresponde a parámetros de flujo garantizados, tales como el retardo nodal o el ancho de banda base, aunque no limitados a estos. En una forma de realización, estos parámetros se asignan a partir de etiquetas VLAN, siendo el sistema de paquetes utilizado el sistema de tramas Ethernet. En otra forma de realización, los parámetros se asignan desde una interfaz de usuario y se asocian con conexiones virtuales establecidas a través del conmutador distribuido por un sistema de control externo o un sistema OAM.

Un aspecto de este diseño es que el procesador de planificación, o procesador de control central, mantiene una acumulación de las asignaciones provistas añadidas y suprimidas a través del conmutador, de tal forma que la capacidad total del conmutador, determinada por la eficiencia deseada del conmutador, no se sobrepase.

Haciendo referencia a la figura 4, se dispone de cinco dispositivos del borde del servicio de paquetes 401 conectados a tres dispositivos del núcleo del servicio de paquetes 405. El conmutador de paquetes distribuido presenta puertas de borde 402 y puertas de núcleo 404 y está construido en un sistema óptico cerrado 403. Cada dispositivo del núcleo del servicio de paquete presta un único servicio denominado S1, S2 y S3 para cada uno de los dispositivos. El conmutador distribuido dirige los flujos de paquetes desde los dispositivos del borde del servicio de paquetes hasta el dispositivo del núcleo del servicio de paquetes, conforme a la información de servicio particular de la cabecera del paquete, bajo control de la presente invención descrita en la presente memoria. Los ejemplos particulares de información de servicio de la cabecera del paquete son la dirección, la etiqueta VLAN, el identificador de servicio y otros tipos de información. El conmutador de paquetes distribuido, bajo control de la presente invención descrita en la presente memoria, realiza directamente el acondicionamiento y la agregación en los aspectos de contribución y distribución de la red colectorizada.

En un aspecto adicional de la presente invención, las asignaciones provistas se organizan como flujos dirigidos a plataformas de servicios particulares, tal como se representa en la figura 4. En cada plataforma de servicios del núcleo, se suministra un grupo de flujos de paquetes desde todos los bordes, mientras que, en la dirección inversa, la plataforma de servicios puede transmitir flujos de paquetes a cualquiera de los bordes que reciben grupos de paquetes de varios servicios. En una forma de realización de la presente invención, los parámetros de flujo para alcanzar este objetivo se determinan correlacionando etiquetas VLAN con las asignaciones provistas, conforme a las VLAN, que son específicas para el servicio, y las correlaciones, que a su vez son facilitadas por el usuario.

Debe apreciarse que el colector es similar al ilustrado en los dibujos anteriores, pero el tráfico se ha dispuesto de tal forma que las puertas de núcleo son operativas para conectarse con dispositivos del núcleo del servicio de paquetes específicos. Por lo tanto, el conmutador de paquetes distribuido se ha utilizado para acondicionar y agregar de forma simultánea flujos de paquetes del borde al núcleo sin necesidad de disponer de conmutadores de acondicionamiento en el núcleo.

Los términos "comprender" y "presentar" utilizados en la presente memoria haciendo referencia a la presente invención indican la presencia de características, unidades, etapas o componentes establecidos, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, unidades, etapas, componentes o grupos de estos adicionales.

Debe tenerse en cuenta que ciertas características de la presente invención, que se describen para mayor claridad en el contexto de formas de realización separadas, también pueden ofrecerse combinadas en una única forma de realización. Por el contrario, varias características de la presente invención que se describen para abreviar en el

contexto de una sola forma de realización, también se pueden ofrecer por separado o en cualquier subcombinación adecuada.

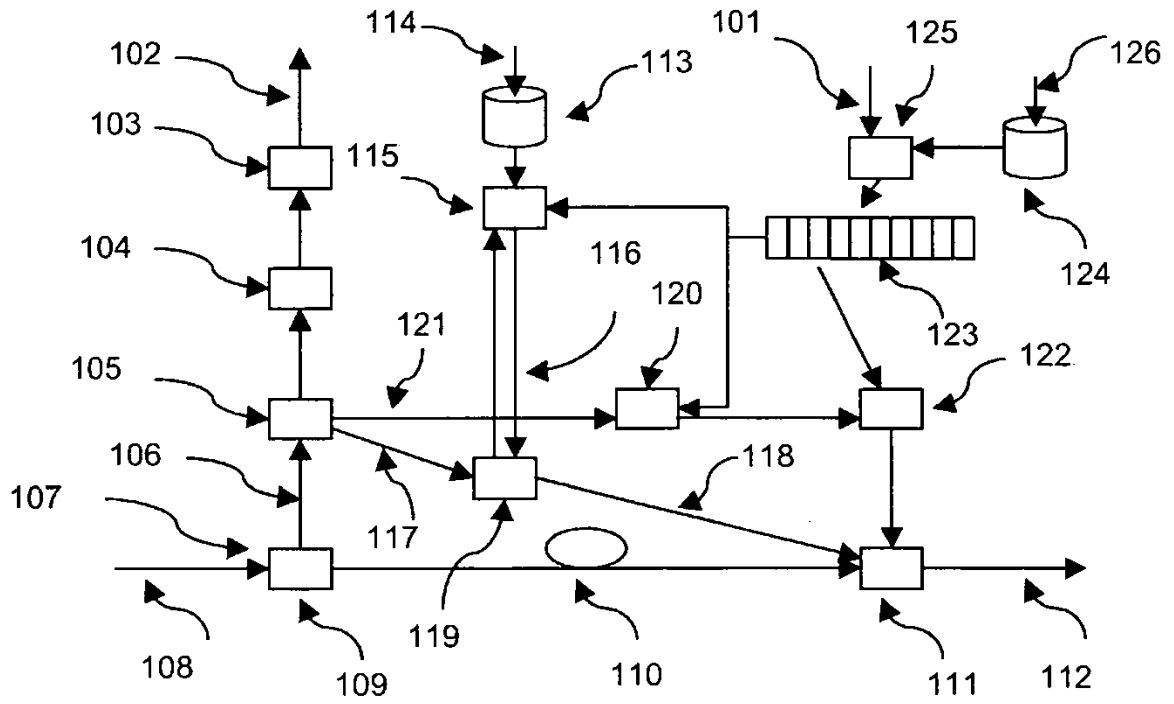
5 La presente invención no está limitada a las formas de realización descritas anteriormente, sino que puede variar tanto en la estructura como en los detalles.



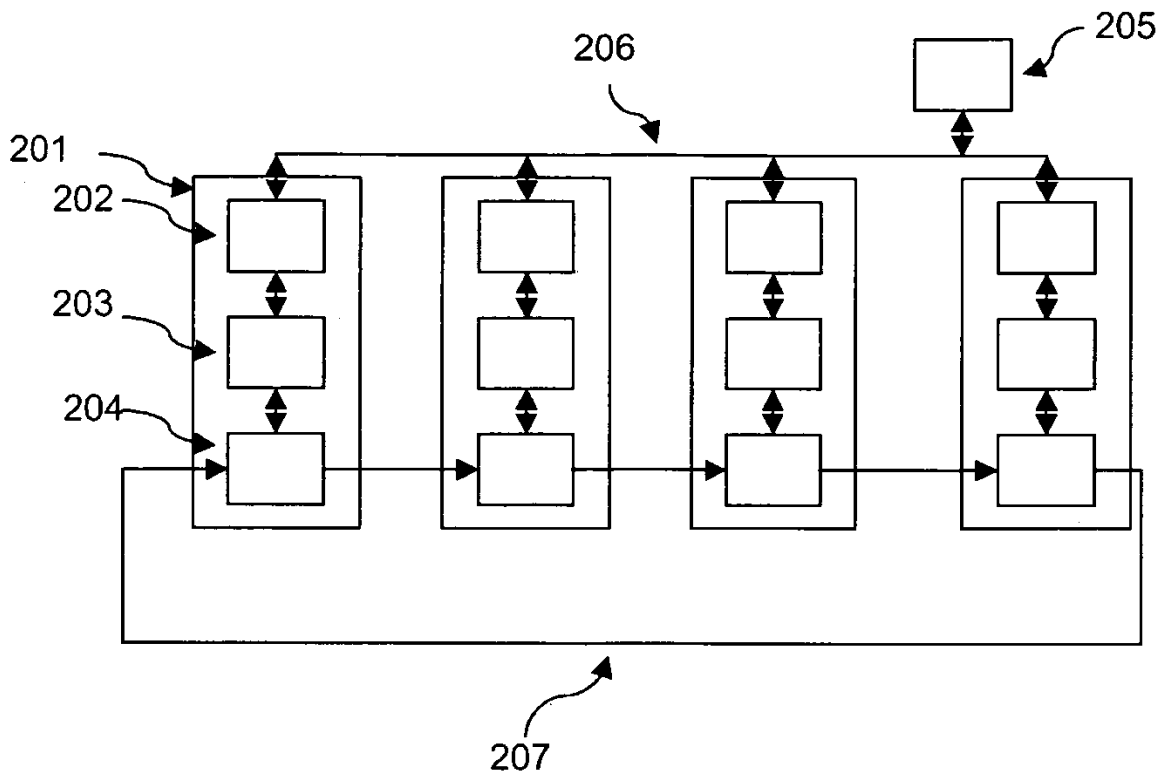
**REIVINDICACIONES**

1. Conmutador de paquetes distribuido configurado para controlar los flujos de paquetes de datos en una red de dispositivos,
- 5 comprendiendo dicho conmutador:
- unos medios para el funcionamiento sobre un soporte de fibra óptico cerrado de ráfagas asincrónicas; y
- 10 por lo menos un sistema de control previsto en un nodo configurado para controlar las características de los flujos de paquetes de datos, y funcionar dependiendo de por lo menos un parámetro de eficiencia,
- caracterizado porque:
- 15 dicho parámetro de eficiencia es definido por la proporción entre la cantidad de información transmitida desde un dispositivo durante un intervalo de tiempo y la cantidad máxima teórica que se podría transmitir durante el intervalo para por lo menos un flujo de paquete de datos.
2. Conmutador de paquetes distribuido según la reivindicación 1, en el que dicha red comprende por lo menos un dispositivo de servicio y por lo menos un dispositivo de núcleo (303) de manera que dicho sistema de control controla directamente los flujos de paquetes dentro del soporte de fibra cerrado.
- 20 3. Conmutador de paquetes distribuido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho por lo menos un sistema de control está configurado para comunicar con otros sistemas de control a través de un canal de señalización ancho de red común.
- 25 4. Conmutador de paquetes distribuido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho por lo menos un sistema de control comprende un árbitro de fuente (120) configurado para funcionar con información local disponible en el nodo, y un procesador de planificación (115) que comprende unos medios para recibir las entradas desde otros sistemas de control y la información local disponible en el nodo.
- 30 5. Conmutador de paquetes distribuido según la reivindicación 4, en el que el procesador de planificación (115) está configurado para calcular los parámetros de prioridad del árbitro de fuente utilizando el parámetro de eficiencia.
- 35 6. Conmutador de paquetes distribuido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho por lo menos un sistema de control comprende unos medios configurados para modificar la prioridad en la transmisión de los datos de paquetes desde las líneas de espera de entrada hasta un nodo, según cualquiera o todas las combinaciones de las entradas siguientes:
- 40 a. un conjunto de flujos especificado por un usuario;
- b. la velocidad media del flujo a través de la puerta de entrada, combinada o por línea de espera, en el que la media puede determinarse sobre un intervalo configurable;
- 45 c. el retardo medio experimentado por los paquetes que fluyen a través de una puerta, en el que la media puede determinarse sobre un intervalo configurable;
- d. las condiciones de carga de la totalidad de las otras puertas del soporte de fibra cerrado, como se ha determinado mediante la última información recibida desde las otras puertas en el soporte de fibra cerrado por un canal de señalización común para todas las puertas en el sistema óptico cerrado;
- 50 e. una asignación de un sistema de computación local o central que está configurada para modificar los flujos especificados por el usuario.
- 55 7. Conmutador de paquetes distribuido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho por lo menos un sistema de control está configurado para responder de forma autónoma al estado de las entradas actuales de acuerdo con los parámetros introducidos desde un segundo sistema de control configurado para el funcionamiento a partir de las entradas proporcionadas por un usuario y del resto de los otros sistemas de control de en red.
- 60 8. Conmutador de paquetes distribuido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende unos medios para que el usuario introduzca las características del flujo de datos de entrada asignado, en el que dichos medios de asignación comprenden un acumulador de dos dimensiones configurado para ser utilizado para impedir la aceptación de entradas de usuario cuando las entradas hacen que el acumulador supere doblemente la estocástica para el rendimiento de conmutación de paquetes deseado.
- 65

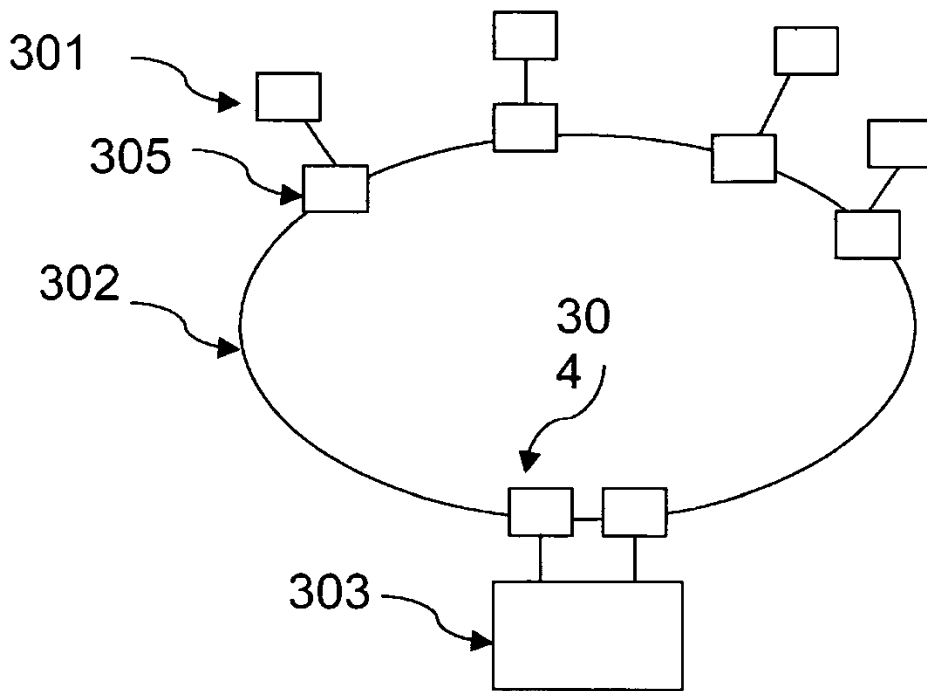
9. Conmutador de paquetes distribuido según la reivindicación 8, en el que los flujos por defecto son establecidos como iguales para todas las puertas a todas las otras puertas, de tal manera que, sin intervención del usuario, se atribuye una equidad igual a todas las puertas.
- 5 10. Conmutador de paquetes distribuido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho por lo menos un sistema de control está configurado para monitorizar el flujo de datos a través de una puerta de entrada y en el interior del soporte óptico de ráfagas, y para transmitir una forma del flujo de datos monitorizada a todos los otros sistemas de control en todas las otras puertas en red.
- 10 11. Conmutador de paquetes distribuido según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, comprendiendo dicho conmutador unos medios para que el usuario establezca un parámetro de eficiencia de estructura, en el que el parámetro de eficiencia de estructura se utiliza como entrada para el procesador de planificación.
- 15 12. Procedimiento de funcionamiento un conmutador de paquetes distribuido para controlar los flujos de paquetes de datos en una red de dispositivos, comprendiendo dicho procedimiento:
- hacer funcionar el conmutador de paquetes distribuido sobre un soporte de fibra óptico cerrado de ráfagas asincrónicas y
- 20 controlar, en un nodo, las características de los flujos de paquetes de datos, de tal forma que dicho conmutador de paquetes distribuido está configurado para funcionar dependiendo de por lo menos un parámetro de eficiencia,
- caracterizado porque:
- 25 dicho parámetro de eficiencia es definido por la proporción entre la cantidad de información transmitida desde un dispositivo durante un intervalo de tiempo y la cantidad máxima teórica que podría transmitirse durante el intervalo para por lo menos un flujo de paquete de datos.
- 30 13. Programa de ordenador que comprende instrucciones de programa para hacer que el ordenador realice todas las etapas del procedimiento según la reivindicación 12.



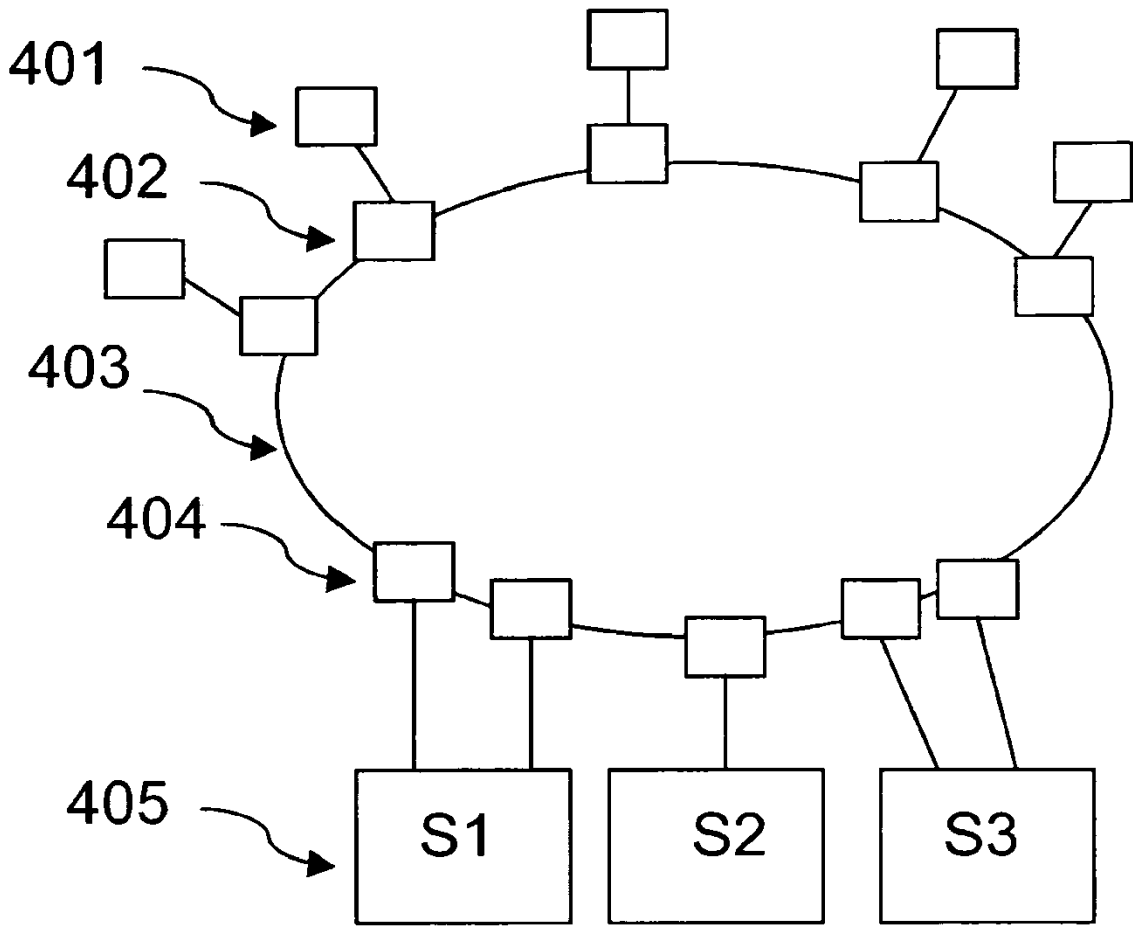
**Figura 1**



**Figura 2**



**Figura 3**



**Figura 4**