

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 405 777**

51 Int. Cl.:

H04L 25/14 (2006.01)

H04W 72/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2008** **E 08875396 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2013** **EP 2371100**

54 Título: **Agregación de enlace radio**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.06.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

HELMKE, HOLGER

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 405 777 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

Agregación de enlace radio.

- 5 Campo técnico
La presente invención se refiere a comunicación en una red y más concretamente a una entidad de red para agrupar tráfico sobre una conexión definida, una entidad de red para desagrupar tráfico en una red de comunicación desde una conexión definida, un sistema para intercambiar tráfico en una red de comunicación sobre una conexión definida y los métodos correspondientes.
- 10 Antecedentes
La presente invención se refiere a transmisiones en una red de comunicación y en particular se refiere a técnicas de multiplexación y agrupación para transmisión en una red de comunicación.
- 15 Las redes tradicionales están diseñadas para servicios TDM (por ejemplo SONET/SDH/PDH). Estas redes están diseñadas típicamente para soportar un uso pico de requisitos de ancho de banda y requieren una fiabilidad elevada. Los sistemas TDM se deben diseñar con suficiente margen de enlace para garantizar la transmisión incluso bajo una condición de caso peor como lluvia y desvanecimiento. Adicionalmente los sistemas radio SONET/SDH típicamente instalan enlaces redundantes para conmutación de protección radio. De esta manera bajo circunstancias normales las redes TDM están infrautilizadas y tiene capacidad de repuesto. Además de la transmisión tradicional de servicios TDM hay una demanda en aumento para la transmisión de datos informáticos (por ejemplo Ethernet/IP). Estos datos son "a ráfagas" y se transmiten en paquetes. Las redes de paquetes se aprovechan de los enlaces radio que usan modulación adaptativa para ofrecer un ancho de banda mayor bajo condiciones ambientales buenas.
- 20 Hay una demanda de soporte de puertos de interfaz más rápidos, también. Ejemplos son Gigabit Ethernet para servicios de paquetes o STM-4 para servicios TDM tradicionales. No obstante, los enlaces radio TDM tradicionales no están diseñados para tal elevado ancho de banda. Esto es debido a razones técnicas pero también debido a regulativas. Las razones técnicas comprenden la resolución limitada de los ADC (convertidores analógico a digital) y/o DAC (convertidores digital a analógico) disponibles, el diseño complejo de filtros de ancho de banda analógicos altamente selectivos, la modularidad del sistema deseada (es decir la posibilidad de extender la capacidad más tarde), las soluciones de compromiso entre el orden de modulación y la sensibilidad de fase a ruido del oscilador, nuevas tecnologías como linealización de amplificador digital que requiere una velocidad de muestreo mucho más elevada que el ancho de banda de los datos de usuario, problemas térmicos, etc.... Las razones regulativas comprenden una asignación fija de potencia de transmisión y un ancho de banda de canal máximo por las autoridades de regulación regionales.
- 25 Bajo las circunstancias descritas anteriormente está claro que a menudo no es posible transmitir a velocidades de datos mayores sobre un enlace radio único. La agrupación de enlaces se puede usar para superar este cuello de botella. Esto permite la transmisión de GbE o STM-4.
- 30 Es conocido en la técnica el uso paralelo de servicios TDM y de paquetes. También es conocida la modulación y codificación adaptativas. No obstante, las técnicas conocidas sufren de una capacidad limitada de ancho de banda limitado a la capacidad del único enlace descrito y sugerido allí dentro.
- 35 Hoy en día existe un sistema radio que agrupa dos o más canales radio síncronos para formar un canal agregado con un ancho de banda mayor (por ejemplo para transmisión de un canal STM-4 sobre 2 o para 4 canales radio). Estos sistemas de transmisión radio SDH y SONET generalmente requieren una fiabilidad elevada el uso de conmutación de protección radio. No obstante, la implementación mencionada conocida no es flexible y está limitada a casos muy especiales, a saber transmisión de ST-4 sobre 2 o más enlaces radio.
- 40 Hay también muchos sistemas documentados que agregan múltiples enlaces para formar un puerto independiente del servicio con un ancho de banda mayor según cada enlace único. Con una subcapa TDM como SDH los servicios de paquetes de velocidad elevada se transmiten sobre una agregación de enlaces TDM virtuales. El G.707 de la ITU-T y el G.783 de la ITU-T describen tal técnica de multiplexación inversa para redes SDM (ver VCAT). El Esquema de Ajuste de Capacidad de Enlace (LCAS) especificado en el G.7042 de la ITU-T permite cambiar dinámicamente el ancho de banda de contenedores virtuales concatenados. Un sistema más flexible se describe en Hari Adishesu, Guru M. Parulkar y George Varghese: "A Reliable and Scalable Stripping Protocol", Actas del SIGCOMM 1996, páginas 131-141. Se señala que estos sistemas están diseñados inicialmente para enlaces asíncronos.
- 45 Las soluciones de la técnica anterior mencionadas sufren no obstante de una serie de problemas y desventajas como se resumió anteriormente y a continuación.
- 50 La VCAT y el LCAS descritos en el G.707 de la ITU-T/G.783 de la ITU-T/G.7042 de la ITU-T están diseñados para redes SDH. Estos sistemas no son muy efectivos (por ejemplo sobrecarga SDH, requisitos de recursos para manejo

de muchos miembros del VCG). Debido a la jerarquía SDH estos sistemas están diseñados para ancho de banda de enlace fijo que limita el uso de modulación y codificación adaptativas.

5 Los sistemas de agrupación descritos en el documento de Adishesu et al. se diseñan para enlaces asíncronos. Con un sistema de agregación asíncrono es muy complicado manejar una modulación y codificación adaptativas. Aunque podemos prever resolver este problema mediante transmisión de paquetes con números de secuencia, aún tal solución provocaría causar más latencia. En particular la transmisión de servicios TDM de baja velocidad en paquetes causa un elevado retardo.

10 D1: Alex C. Snoeren en "Adaptative Inverse Multiplexing for Wide-Area Wireless Networks" describe el uso de métricas de rendimiento relativas para ajustar la programación de tráfico a través de enlaces agrupados. El método quita paquetes a través de algún número de enlaces entrantes, encapsulándolos con una cabecera Multi-Enlace PPP. Los fragmentos resultantes se envían entonces usando un mecanismo de transporte sobre IP al demultiplexor, donde se vuelven a ensamblar. Esta técnica de programación usada se basa en la relación de promedios de corto
15 plazo de flujo máximo observado para cada uno de los enlaces miembros en una agrupación. Esto ajusta dinámicamente la MTU de cada enlace en proporción al ancho de banda disponible.

20 D2: H. Adishesu, G. Parulkar y G. Varghese en "A Reliable and Scalable Stripping Protocol" describe paquetes de tamaño variable con algoritmos de encolado razonable los cuales implementan algoritmos de compartición de carga. Usando un algoritmo de encolado razonable, el tráfico se divide en un canal de salida único equitativamente a partir de un conjunto de colas de entrada que alimentan ese canal. Usando un algoritmo de compartición de carga, el tráfico que llega en una cola de entrada única se divide equitativamente entre un conjunto de canales de salida.

25 En resumen, la técnica anterior no proporciona una solución eficiente y flexible de recursos para agregar datos sobre una red de comunicación. Con referencia a los enlaces radio, adicionalmente, no hay un sistema radio que haga un uso efectivo de los recursos.

Compendio de la Invención

30 Un objeto de la presente invención es proporcionar mejoras sobre las técnicas conocidas de la técnica anterior de agrupamiento o desagrupamiento de tráfico sobre o desde una conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces.

35 El objeto se logra mediante el tema objeto de las reivindicaciones independientes. Las realizaciones ventajosas se definen en las reivindicaciones dependientes. Se proporcionan ejemplos adicionales para facilitar la comprensión de la invención.

40 Según un primer ejemplo de la presente invención, se proporciona una entidad de red para agrupar tráfico en una red de comunicación sobre una conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces de salida. La entidad de red es un componente de la red de comunicación adaptado para manejar tráfico. En un ejemplo la entidad de red es un nodo o dispositivo de red. En otros ejemplos, la entidad de red se puede distribuir sobre varios nodos o dispositivos de red o puede estar comprendida dentro de un nodo o dispositivo de red. La entidad de red se puede implementar en componentes físicos, soporte lógico y cualquier combinación adecuada de los mismos.

45 El tráfico comprende todo tipo de información que se puede comunicar sobre la red de comunicación. Ejemplos de tráfico son los datos, la voz, los mensajes de señalización o la información de sobrecarga asociada a otra información transmitida como datos o voz. La entidad de red es adecuada para agrupar el tráfico que llega a la entidad de red que se supone que se reenvía por la entidad de red. La entidad de red se adapta para agrupar el tráfico sobre una conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces de salida. El tráfico de agrupación implica que el tráfico, que está entrando a la entidad de red, se recombina o reordena cuando o antes de ser sacado de la entidad de red. En otras palabras, la misma información o partes de la información recibida en la entidad de red se saca de la entidad de red en una forma re combinada o reordenada. Los enlaces de salida los cuales forman la conexión definida son cualquier tipo de enlaces adecuados para transportar el tráfico re combinado o reordenado sacado de la entidad de red. La conexión definida es cualquier tipo de conexión, física o lógica, adecuada para ser establecida entre la entidad de red y otra entidad de red. En un ejemplo, la conexión definida puede ser una
55 conexión punto a punto.

60 El tráfico mencionado comprende una pluralidad de secuencias de entrada en donde cada secuencia de entrada transporta bloques de símbolos. Una secuencia de entrada es una sucesión en el tiempo de información comprendida en el tráfico mencionado. Por ejemplo, puede ser una sucesión de información relacionada con datos, voz, señalización o cualquier otro tipo de información intercambiada dentro de la red. Una secuencia se puede asociar a una conexión de entrada, física o lógica, o a un conjunto o grupo de conexiones de entrada, físicas o lógicas, en donde estas conexiones de entrada se introducen a la entidad de red.

65 Un bloque de símbolos representa una unidad predeterminada de la información comprendida en dicho tráfico. Un bloque de símbolos puede ser por ejemplo un único bit o un número dado de bits. En otro ejemplo un bloque de

símbolos puede ser una palabra que, dependiendo de la arquitectura elegida para implementar el sistema, puede comprender 8, 16, 32, 64, etc.... bits.

5 La entidad de red según este ejemplo de la invención además comprende un programador para asociación, para todos los bloques de símbolos que van a ser transmitidos durante un intervalo de tiempo predeterminado, de cada uno de los bloques de símbolos que van a ser transmitidos con un enlace de salida correspondiente según una correspondencia uno a uno. En otras palabras, el programador asocia, durante un intervalo de tiempo predeterminado, cada bloque de símbolos que necesita ser transmitido durante este intervalo de tiempo predeterminado a un enlace de salida de manera que se pueda reenviar sobre la conexión definida. La asociación se hace según una correspondencia uno a uno. El intervalo de tiempo predeterminado, indica una duración conocida o predeterminada en el tiempo. En un ejemplo, el intervalo de tiempo predeterminado comprende la duración en el tiempo de una trama de un protocolo de multiplexación por división en el tiempo. El programador de la entidad de red se puede implementar en componentes físicos, soporte lógico o cualquier combinación adecuada de los mismos como las personas expertas considerarían adecuado según las circunstancias. La correspondencia uno a uno usada por el programador para asociar es una relación que asocia cada uno de los bloques de símbolos a ser transmitidos dentro del intervalo de tiempo predeterminado a los enlaces de salida de manera que cada bloque de símbolos se asocia a un enlace de salida solamente. Se señala que se pueden asociar más bloques de símbolos a ser transmitidos dentro del mismo intervalo de tiempo al mismo enlace de salida. Cualquier tipo de relación es adecuada para implementar la correspondencia uno a uno en tanto en cuanto para cada bloque de símbolos único a ser transmitido haya solamente un enlace de salida asociado. La correspondencia uno a uno se puede calcular dentro de la entidad de red o se puede transmitir a la entidad de red en instantes de tiempo predeterminados. Se pueden prever ejemplos en donde la correspondencia uno a uno se calcula parcialmente dentro de la entidad de red y/o se transmite parcialmente a la entidad de red.

25 Según un segundo ejemplo de la invención, se proporciona una entidad de red para desagrupar tráfico en una red de comunicación a partir de una conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces de entrada sobre una pluralidad de secuencias de salida. El tráfico de red de la segunda realización se refiere a información en una red de comunicación como se explicó con referencia al tráfico de la primera realización. Según el segundo ejemplo, el tráfico comprendido en una conexión definida, el cual puede ser o bien físico o bien lógico, está agrupado. En un ejemplo el agrupamiento se realiza por la entidad de red de la primera realización. No obstante, se señala que la entidad de red de la segunda realización no está limitada a tal caso sino que se dispone para funcionar en cualquier tipo de tráfico agrupado transmitido en una conexión definida. La entidad de red del segundo ejemplo por lo tanto desagrupa o desagrega el tráfico de la conexión definida en una pluralidad de secuencias de salida. Por lo que concierne a los enlaces de entrada y las secuencias de salida se hacen las mismas consideraciones para los enlaces de salida y las secuencias de entrada, en consecuencia, del primer ejemplo son válidas. Consideraciones similares que las hechas con referencia a la primera realización aplican aquí para la conexión definida y el intervalo de tiempo predeterminado. El programador se puede implementar en componentes físicos, soporte lógico o cualquier combinación adecuada de los mismos. Cuando la entidad de red de la segunda realización se adapta a interactuar con la entidad de red del primer ejemplo, se señala que preferiblemente el número de enlaces de entrada de la entidad de red de la segunda realización es igual al número de enlaces de salida de la entidad de red de la primera realización. No obstante, se señala que la invención no está restringida a este caso particular dado que se pueden prever otras situaciones en donde entre la entidad de red de la primera realización y la entidad de red del segundo ejemplo se pueden comprender nodos adicionales, por ejemplo dispositivos puente. Los enlaces de entrada del segundo ejemplo transportan bloques de símbolos, en donde un bloque de símbolos es como se define con referencia a la primera realización. La entidad de red del segundo ejemplo además comprende un programador para asociación, para todos los bloques de símbolos que se reciben durante un intervalo de tiempo predeterminado, de cada uno de los bloques de símbolos recibidos con una secuencia de salida correspondiente según una correspondencia uno a uno. En otras palabras, el programador del segundo ejemplo asocia cada uno de los bloques de símbolos que se reciben durante el intervalo de tiempo predeterminado a una secuencia de salida, de manera que para cada uno de los bloques de símbolos recibidos haya solamente una secuencia de salida. La correspondencia uno a uno es una relación que asegura que para cada uno de los bloques de símbolos recibidos haya solamente una secuencia de salida a la que se asocia dicho bloque de símbolos recibido.

55 En el ejemplo en donde se disponen las entidades de red de la primera y segunda realizaciones para interactuar directamente sobre la misma conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces, la correspondencia uno a uno de las dos entidades de red corresponde a la misma relación. De esta manera, se agrupa el tráfico de las secuencias de entrada de la primera entidad de red, se reenvía a la segunda entidad de red en donde se desagrupa a las secuencias de salida correspondientes a las secuencias de entrada de la primera entidad de red.

60 No obstante, la invención no está restringida a tal caso. Por ejemplo, cuando entre las entidades de la primera y segunda realizaciones están presentes entidades adicionales – como por ejemplo dispositivos puente – se prevé una implementación en donde las correspondencias uno a uno de las entidades de red de las dos realizaciones corresponde a dos relaciones diferentes.

5 Según un tercer ejemplo de la invención, se proporciona un sistema para intercambiar tráfico en una red de comunicación sobre una conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces. Con referencia al tráfico, la conexión definida y la pluralidad de enlaces aplican las mismas consideraciones hechas para, por consiguiente, la red de comunicación, la conexión definida y los enlaces de salida del primer ejemplo. El sistema comprende una primera entidad de red para agrupar tráfico sobre la conexión definida. El tráfico comprende una pluralidad de secuencias de entrada, en donde cada una de las secuencias de entrada transporta bloques de símbolos. La primera entidad de red además comprende un primer programador. El primer programador está adaptado para asociar, para todos los bloques de símbolos que van a ser transmitidos durante un intervalo de tiempo predeterminado, cada uno de los bloques de símbolos que van a ser transmitidos con un enlace correspondiente según una primera correspondencia uno a uno. En otras palabras, la correspondencia uno a uno es una primera relación que asegura que para cada bloque único que va a ser transmitido durante un intervalo de tiempo predeterminado hay solamente un enlace asociado.

15 El sistema además comprende una segunda entidad de red para agrupar tráfico en la red de comunicación a partir de la conexión definida que comprende la pluralidad de enlaces sobre una pluralidad de secuencias de salida, en donde los enlaces mencionados transportan bloques de símbolos. En otras palabras, la segunda entidad de red está adaptada para desagrupar el tráfico que fue agrupado por la primera entidad de red. La segunda entidad de red desagrupa el tráfico sobre la pluralidad de secuencias de salida. La segunda entidad de red además comprende un segundo programador para asociación, para todos los bloques de símbolos que se reciben durante el intervalo de tiempo predeterminado, de cada uno de los bloques de símbolos recibidos con una secuencia de salida correspondiente según una segunda correspondencia uno a uno. En otras palabras, el segundo programador de la segunda entidad de red está adaptado para asociar cada bloque de símbolos que se recibe en el intervalo de tiempo predefinido a solamente una secuencia de salida. La segunda correspondencia uno a uno es una relación que asegura que todo bloque de símbolos recibido está asociado a solamente una secuencia de salida.

25 Según un cuarto ejemplo de la invención, se proporciona un método para agrupar tráfico en una red de comunicación sobre una conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces de salida. El tráfico comprende una pluralidad de secuencias de entrada en donde cada secuencia de entrada transporta bloques de símbolos. El método entonces prevé un paso de asociación, en una entidad de red, para todos los bloques de símbolos que van a ser transmitidos durante un intervalo de tiempo predeterminado, de cada uno de los bloques de símbolos que van a ser transmitidos con un enlace de salida correspondiente según una correspondencia uno a uno. Las mismas consideraciones hechas con referencia a los ejemplos previos, también son válidas para el método de agrupar tráfico que realiza la invención.

35 Según un quinto ejemplo de la presente invención, se proporciona un método para desagrupar tráfico en una red de comunicación desde una conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces de entrada sobre una pluralidad de secuencias de salida, en donde cada enlace de entrada transporta bloques de símbolos. El método según el quinto ejemplo comprende el paso de asociación, en una entidad de red, para todos los bloques de símbolos que se reciben durante un intervalo de tiempo predeterminado, de cada uno de los bloques de símbolos recibidos con una secuencia de salida correspondiente según una correspondencia uno a uno. En otras palabras, el método de desagrupar prevé un paso de asociación de cada bloque de símbolos recibido con una secuencia de salida correspondiente. La correspondencia uno a uno es responsable de asegurar que cada bloque de símbolos recibido esté asociado a solamente una secuencia de salida.

45 Según otro ejemplo de la presente invención, se proporciona un producto de programa de ordenador el cual comprende partes de programa. Las partes de programa se disponen, cuando se ejecutan en un procesador programable, para conducir el método de agrupar tráfico según la cuarta realización anterior y/o el método de desagrupar tráfico según el quinto ejemplo anterior.

50 Adicionalmente, según otro ejemplo de la presente invención, se proporciona un método que comprende los pasos de los métodos según el cuarto y quinto ejemplos de la presente invención.

Se proporcionan realizaciones ventajosas adicionales de la invención en las reivindicaciones independientes.

55 Una de las ventajas proporcionadas por la invención consiste en un uso más flexible y eficiente de los recursos de red para transmitir tráfico sobre una red.

Las ventajas adicionales llegarán a ser evidentes en conjunto con la descripción de los diferentes ejemplos que realizan la invención.

60 Adicionalmente, la presente invención obvia al menos alguna de las desventajas de la técnica anterior, como por ejemplo se explicó anteriormente, y proporciona entidades de red mejoradas, un sistema y métodos para intercambiar tráfico en una red de comunicación.

65

Breve descripción de los dibujos

- La Fig. 1 es un diagrama funcional de bloques de una entidad de red para agrupar tráfico según una realización de la presente invención;
- 5 La Fig. 2 es un diagrama funcional de bloques de una entidad de red para desagrupar tráfico según otra realización de la presente invención;
- La Fig. 3 es un diagrama funcional de bloques de un sistema para intercambiar tráfico en una red de comunicación según una realización de la presente invención;
- 10 La Fig. 4 es un diagrama de flujo esquemático de un método para agrupar tráfico en una red de comunicación según una realización de la presente invención;
- La Fig. 5 es un diagrama funcional de bloques de un método para desagrupar tráfico en una red de comunicación según una realización de la presente invención;
- La Fig. 6 es un diagrama funcional de bloques de una arquitectura básica de una realización adicional de la presente invención;
- 15 La Fig. 7 ilustra un ejemplo de agregación de enlaces que comienza a partir de tener tres enlaces;
- La Fig. 8 es un diagrama funcional de bloques que ilustra una arquitectura de programación de transmisión según una realización adicional de la presente invención;
- La Fig. 9 es un diagrama funcional de bloques de una arquitectura de programación de receptor según una realización adicional de la presente invención;
- 20 La Fig. 10 ilustra un ejemplo de una tabla de control de programación en el lado transmisor y receptor según una realización de la invención;
- La Fig. 11 ilustra un ejemplo de una tabla de control de programación con anchura de datos diferente según una realización de la invención;
- La Fig. 12 ilustra un ejemplo de una generación de tabla de control de programación según una realización adicional de la presente invención;
- 25 La Fig. 13A y 13B son diagramas de flujo esquemáticos que muestran un ejemplo de generación de una tabla de búsqueda según realizaciones adicionales de la presente invención;
- La Fig. 14A muestra la tabla de Multiplexación de Servicios producida según el algoritmo de las Figuras 13A y 13B cuando se aplica a un ejemplo específico;
- 30 La Fig. 14B muestra la tabla de Multiplexación de Enlaces producida según el algoritmo de las Figuras 13A y 13B cuando se aplica al mismo ejemplo referido en la Figura 14A;
- La Fig. 15A muestra la adaptación opcional en el transmisor cuando un sistema no síncrono se adapta a un sistema implementado síncrono;
- La Fig. 15B muestra la adaptación correspondiente en el receptor cuando un sistema no síncrono se adapta a un sistema implementado síncrono.

Descripción detallada

- A continuación, las realizaciones preferidas de la invención se describirán con referencia a las figuras. Se señala que la siguiente descripción contiene ejemplos que sirven para comprender mejor los conceptos reivindicados, pero no se debería interpretar como que limitan la invención reivindicada.
- 40 La Figura 1 ilustra esquemáticamente una entidad de red para agrupar tráfico en una red de comunicación. El tráfico comprende todo tipo de información que se puede transmitir dentro de una red de comunicación genérica. Ejemplos de tráfico son voz, datos, mensajes de señalización, información de sobrecarga que acompaña a la voz o los datos, etc.... La conexión definida (150) indica una conexión genérica, física o lógica, sobre la cual la entidad de red reenvía información como voz, datos, mensajes de señalización, etc.... La conexión (150) comprende una pluralidad de enlaces de salida (1...L). La agrupación implica que el tráfico se reordena, por ejemplo agrupado o distribuido, antes o cuando se envía fuera de la entidad de red.
- 50 Los enlaces de salida, que representan cualquier tipo de enlaces físicos o lógicos a los que se conecta una sección de salida de la entidad de red (10), están comprendidos en conexión (150) y son enlaces adecuados para transportar el tráfico agrupado o reordenado por la entidad de red.
- El tráfico a ser reenviado por la entidad de red comprende una pluralidad de secuencias de entrada (1 ... S+1 ... S+A), en donde cada secuencia de entrada transporta bloques de símbolos.
- 55 Una secuencia de entrada es una sucesión en el tiempo de información comprendida en el tráfico mencionado. Por ejemplo, puede ser una sucesión de información relacionada con datos, voz, señalización o cualquier tipo de información intercambiada dentro de la red. Una secuencia se puede asociar a una conexión de entrada, física o lógica, o a un conjunto o grupo de conexiones de entrada, físicas o lógicas, en donde estas conexiones de entrada se introducen a la entidad de red.
- 60 Un bloque de símbolos representa una unidad predeterminada de la información comprendida en dicho tráfico. Un bloque de símbolos puede ser por ejemplo un único bit o un número dado de bits. En otro ejemplo un bloque de símbolos puede ser una palabra que, dependiendo de la arquitectura elegida para implementar el sistema, puede comprender 8, 16, 32, 64, etc.... bits.
- 65

5 La entidad de red comprende un programador (100). El programador (100) está dispuesto de manera que asocia cada bloque de símbolos del tráfico a ser transmitido, por lo tanto recibido desde una de las secuencias de entrada (1... S + 1 ... S+A), a uno de los enlaces de salida (1...L). El programador está dispuesto para realizar esta asociación para todos los bloques de símbolos que van a ser transmitidos durante un intervalo de tiempo predeterminado. Adicionalmente, el programador realiza la asociación según una correspondencia uno a uno, que es una relación que asegura que cada bloque de símbolos entrante en la entidad de red está asociado solamente a un enlace de salida que va fuera de la entidad de red. Un intervalo de tiempo predeterminado indica cualquier intervalo de tiempo que tenga una longitud finita. En algunos ejemplos, como se explicará a continuación, el intervalo de tiempo predeterminado corresponde a la duración en tiempo de una trama en un protocolo de multiplexación por división en el tiempo. El programador se puede implementar en componentes físicos, soporte lógico o cualquier combinación de los mismos como las personas expertas considerarían adecuado según las circunstancias. En otras palabras, el programador está adaptado para realizar la asociación para cada bloque de símbolos. En un ejemplo, se repite el paso de asociación según la correspondencia uno a uno para cada bloque de símbolos a ser transmitido en el periodo de tiempo dado.

20 La correspondencia uno a uno se puede calcular dentro de la entidad de red o se puede transmitir a la entidad de red en instantes de tiempo predeterminados. Se puede prever ejemplos en donde la correspondencia uno a uno se calcula parcialmente dentro de la entidad de red y/o se transmite parcialmente a la entidad de red. La ventaja relacionada con la transmisión de la correspondencia uno a uno a la entidad de red se encuentra en que la entidad de red provoca una entidad menos compleja y en que se puede gestionar fácil y centralizadamente. Se señala que cualquier tipo de relación es adecuada para implementar la correspondencia uno a uno en tanto en cuanto para cada bloque de símbolos único a ser transmitido haya solamente un enlace de salida asociado.

25 Según una realización adicional de la invención, uno o más de los enlaces de salida y/o uno o más de las secuencias de entrada pueden tener características que varíen. Las características son indicativas de propiedades de los enlaces de salida o secuencias de entrada y se pueden expresar mediante parámetros. Ejemplos de las características son la velocidad de datos, los esquemas de modulación o los parámetros de modulación, el retardo medio, el ruido medio, la relación señal a ruido típica, etc.... de una secuencia de entrada dada o un enlace de salida dado. Algunas de estas propiedades o parámetros también pueden estar interrelacionados unos con otros. Por ejemplo, la velocidad de datos puede estar vinculada directamente con los parámetros de modulación elegidos para la secuencia o enlace dado. En otras palabras, las características comprenden cualquier tipo de parámetro que describa las propiedades de un enlace dado o una secuencia dada. Los enlaces pueden ser de cualquier tipo, físicos o lógicos, cableados o inalámbricos.

35 Las características de la secuencia de entrada y los enlaces de salida también se pueden referir a los parámetros indicativos de los atributos de calidad de las secuencias o enlaces. Por ejemplo, una característica puede indicar si una secuencia de entrada está caracterizada por una velocidad de datos constante o por una velocidad de datos no constante. En un ejemplo adicional, las características pueden indicar si una secuencia o un enlace es una secuencia o enlace inactivo, o si comprende bloques de símbolos de relleno. Las características pueden expresar también un parámetro indicativo de un identificador de cola de una secuencia de entrada o enlace de salida; de una prioridad de una de estas colas; de una prioridad de una de las secuencias de entrada o de uno de los enlaces de salida; del nivel de fiabilidad o del nivel de protección de una de las secuencias de entrada o de uno de los enlaces de salida, etc....

45 Las características además pueden variar con el tiempo debido a una variedad de razones. Por ejemplo, debido a la operación de la red o las entidades de red comprendidas en la red; como consecuencia de un fallo que hace un enlace o secuencia no disponible o que reduce la velocidad de datos y por lo tanto la capacidad de un enlace dado o una secuencia dada. Cambiar las condiciones del medio de transmisión puede influir también las características de las secuencias de entrada o los enlaces de salida. Por ejemplo, el aumento de ruido o el deterioro de la relación señal a ruido puede desencadenar una adaptación de los parámetros de modulación, los cuales cambian a un esquema de modulación inferior o añaden corrección de errores (reduciendo de esta manera la velocidad de datos disponible) para compensar las condiciones deterioradas del medio. Como es conocido, los parámetros de modulación son típicos de conexiones cableadas e inalámbricas. En el caso de enlaces de salida que son enlaces radio caracterizados por parámetros de modulación dados, un problema que también ocurre a menudo se encuentra en que los parámetros de modulación tienen que ser cambiados dependiendo de las condiciones del medio. Por ejemplo, bajo condiciones meteorológicas adversas la atenuación en el medio aumenta y la relación señal a ruido del receptor disminuye requiriendo de esta manera una modificación de los parámetros de modulación provocando una disminución de la velocidad de datos. Tal situación se refleja por lo tanto en la variación de la característica del enlace de salida.

60 Según esta realización adicional de la invención, el programador se dispone además para adaptarse a las características que varían. En otras palabras, tras la variación de las características de al menos una de las secuencias de entrada o uno de los enlaces de salida, el programador se configura para asociar cada bloque de símbolos recibido a un enlace de salida según una correspondencia uno a uno que tiene en cuenta la variación de

las características. El programador, por lo tanto, realiza adaptativamente la asociación cambiando la relación como consecuencia de la variación de las características.

5 Según una variación adicional de la invención, el programador (100) de la entidad de red (10) se dispone para determinar la correspondencia uno a uno por medio de un algoritmo en forma de parámetros de algoritmo. En otras palabras, el programador se dispone para realizar un algoritmo que produce la correspondencia uno a uno. La correspondencia uno a uno producida se puede almacenar entonces en una unidad de memoria, no mostrada en la Figura 1, la cual puede evitar ventajosamente la necesidad de recalculación de la correspondencia uno a uno. Cuando se necesite, por lo tanto, el programador puede referirse a partir de entonces a la correspondencia uno a uno almacenada y recalculación de la correspondencia uno a uno solamente cuando varíe al menos una de las características de las secuencias de entrada y/o los enlaces de salida. En las siguientes partes de la descripción, ver por ejemplo las partes referentes a las Figuras 10, 11, 12 o 13, se proporcionarán realizaciones adicionales que ilustran ejemplos de cálculo de la correspondencia uno a uno. La correspondencia uno a uno, con independencia de si se determina a través de un algoritmo o mantiene o almacena en un elemento de almacenamiento de la entidad de red, se puede representar de una variedad de formas. En un ejemplo, la correspondencia uno a uno se puede realizar en una tabla. Un ejemplo de una tabla adecuada sería una tabla de dos columnas, en donde la primera columna comprende identificaciones, por ejemplo números, que se refieren a los bloques de símbolos recibidos desde las secuencias de entrada y la segunda columna incluye identificaciones, por ejemplo números, que se refieren al enlace de salida al cual se ha asociado el bloque de símbolos de la secuencia de entrada que pertenece a la misma línea de la tabla. La tabla no obstante puede tener más columnas como se explica por ejemplo con referencia a la Figura 10 y 11 que ilustran realizaciones adicionales de las tablas que comprenden la correspondencia uno a uno. Adicionalmente, se señala que la correspondencia uno a uno no necesita necesariamente ser representada a través de una tabla sino que se puede representar también por otros medios. Por ejemplo, se puede usar cualquier tipo de base de datos o lista de indicadores vinculados para representar la correspondencia uno a uno. Se pueden prever medios adicionales por las personas expertas, en tanto en cuanto sean adecuados para representar una relación entre cada bloque de símbolos recibido y un enlace de salida asociado de manera no ambigua con el bloque de símbolos recibido.

30 Como se mencionó, el algoritmo realizado por el programador (100) para determinar la correspondencia uno a uno está basado en parámetros de algoritmo. Según una realización adicional, los parámetros de algoritmo pueden comprender las características que varían de los enlaces de salida (1 ... L). Por lo tanto, tras la variación de las características de al menos uno de los enlaces de salida (1 ... L), los parámetros de algoritmo también cambiarían. Consecuentemente, el programador (100) ejecutaría el mismo algoritmo según los parámetros de algoritmo modificados produciendo de esta manera una correspondencia uno a uno diferente la cual está reflejando la modificación de las características de los enlaces de salida. En un ejemplo, si uno de los enlaces de salida falla, por ejemplo debido a un fallo de los componentes físicos de la entidad de transmisión o recepción o debido a una interrupción del medio de transmisión sobre el cual se transporta dicho enlace de salida, las características de ese enlace de salida variarían de esta manera indicando que por ejemplo la velocidad de datos de ese enlace de salida ha llegado a ser cero. El programador (100) realizaría de esta manera el cálculo de una correspondencia uno a uno modificada la cual tiene en cuenta las nuevas condiciones en los enlaces de salida. Otro ejemplo consiste en una modificación de los parámetros de modulación de los enlaces de salida, por ejemplo en aquellos casos donde los enlaces de salida son enlaces radio que tienen parámetros de modulación que se pueden cambiar. En un ejemplo ilustrativo, bajo condiciones meteorológicas adversas, los parámetros de modulación se pueden cambiar por ejemplo desde 64 QAM a 8 QAM, para permitir una recepción libre de errores que no sería posible de otro modo a velocidades de datos más altas, es decir con esquemas de modulación mayores, debido por ejemplo al desvanecimiento o la lluvia que afecta adversamente a las condiciones de transmisión del medio. Bajo estas circunstancias, el programador calcularía una correspondencia uno a uno modificada, la cual tendría en cuenta consecuentemente la capacidad disminuida de los enlaces de salida. Por supuesto, también se puede prever la situación contraria. Por ejemplo, la correspondencia uno a uno se puede recalculación después de la reactivación de un enlace que había fallado previamente, tras la mejora de las condiciones meteorológicas permitiendo un aumento de los parámetros de modulación, etc....

55 Se señala que los parámetros de algoritmo también pueden comprender características que varían de una secuencia de entrada. Esto significa que el programador se configura para determinar la correspondencia uno a uno también tras la variación de las características de las secuencias de entrada. Tal situación podría ocurrir por ejemplo cuando una de las secuencias de entrada experimenta un fallo. Las características de esa secuencia de entrada indicarían por lo tanto que la velocidad de datos que corresponde a esa secuencia de repente llega a ser cero. Se podrían prever por supuesto otras situaciones, por ejemplo la adición de una nueva secuencia de entrada debido al suministro de nuevos servicios; el cambio o deterioro de las velocidades de datos requeridas debido a un cambio del suministro de los servicios existentes; el cambio de prioridad de una o más secuencias o colas de las mismas según cambian en el aprovisionamiento de servicios; etc.... Como consecuencia, por lo tanto, el programador adaptaría la correspondencia uno a uno en forma de la variación de las características de al menos una de las secuencias de entrada.

Evidentemente, el programador también se puede configurar en un ejemplo adicional para adaptar la correspondencia uno a uno también en respuesta a una variación simultánea de las características de al menos una secuencia de entrada y al menos un enlace de salida.

5 Gracias al programador, la entidad de red de las realizaciones anteriores es capaz de responder automáticamente a condiciones que cambian en los enlaces de salida y las secuencias de entrada de la entidad de red. De esta manera, no es necesaria ninguna intervención por un operador o un administrador de red para adaptar a las condiciones cambiadas. Dado que el programador realiza la asociación en forma de bloques de símbolos, la adaptación se puede lograr adicionalmente de una forma fiable y flexible. La ventaja de las realizaciones de esta
10 manera consiste en un uso muy eficiente de los recursos, gracias a la asociación hecha en forma de bloques de símbolos, y la gestión muy flexible de los mismos recursos, gracias al programador que produce la correspondencia uno a uno adaptativa.

15 Según una realización adicional de la presente invención, los parámetros del algoritmo se pueden recibir en la entidad de red, es decir se pueden enviar a la entidad de red por ejemplo por otra entidad de red o por un administrador de red. Esto implica que la entidad de red no necesita ser capaz necesariamente de detectar un cambio en las condiciones para modificar en consecuencia los parámetros necesarios para recalcular la correspondencia uno a uno. Los parámetros que corresponden al cambio de la condición de las características se pueden enviar, en un ejemplo, por otro dispositivo de red el cual es capaz de detectar un fallo y el cual notifica
20 oportunamente el parámetro cambiado que corresponde al fallo al programador de la entidad de red. Según otro ejemplo, un administrador de red o un operador puede disponerse a enviar los parámetros al programador de la entidad de red, en donde, los parámetros reflejan por ejemplo el cambio de configuración de la red, por ejemplo la inserción de nuevos enlaces, la inserción de nuevas secuencias como consecuencia del cambio de aprovisionamiento del servicio, etc.... Evidentemente, se pueden prever otros ejemplos en tanto en cuanto doten a la entidad de red con al menos parte de la correspondencia uno a uno o con información que permita al programador producir al menos parte de la correspondencia uno a uno. La ventaja de esta realización se basa en una operación más flexible de la entidad de red, la cual se adapta por lo tanto a responder oportuna y fácilmente a cualquier tipo de situación. Los parámetros se pueden enviar en intervalos regulares, por ejemplo que corresponden a programación de mantenimiento programada de la red, o se pueden enviar tras una condición de desencadenamiento. En un
25 ejemplo, la condición de desencadenamiento puede ser una detección de un fallo o la detección de un empeoramiento en las condiciones del medio como por ejemplo durante condiciones meteorológicas adversas (por ejemplo desvanecimiento o lluvia que afecta a un medio inalámbrico).

35 Como se mencionó, la entidad de red puede comprender además una memoria, no mostrada en la Figura 1, para almacenar la correspondencia uno a uno. La correspondencia uno a uno se puede almacenar en una serie de formas que el lector reconocería directamente. Por ejemplo, se pueden usar tablas que tienen dos, tres o cuatro columnas según las circunstancias. Las Figuras 10 y 11 muestran ejemplos de tablas que tienen tres o cuatro columnas de acuerdo con dos realizaciones de la invención. Se señala que también sería suficiente una tabla que tenga solamente dos columnas, como se explicó anteriormente en esta especificación. Tal tabla se puede derivar de la de la Figura 10 eliminando la primera columna que informa de un número progresivo de los bloques de símbolos a ser transmitidos durante un intervalo de tiempo predeterminado. No obstante, la tabla solamente es una forma
40 ilustrativa para almacenar la correspondencia uno a uno. Se pueden prever otras formas, por ejemplo mediante el uso de una base de datos, una lista de indicadores, etc... siempre que dichos medios permitan el almacenamiento o representación de una correspondencia entre dos tipos de información.

45 Según una realización adicional, se puede transmitir una parte de la correspondencia uno a uno almacenada o la totalidad de la correspondencia uno a uno a la entidad de red anterior al almacenamiento. En un ejemplo, solamente se puede enviar una parte de la tabla, o de la base de datos o de la lista que representa la correspondencia uno a uno a la entidad de red, la cual a partir de entonces almacena la información recibida en la memoria.

50 En los ejemplos previos de la invención, se ha explicado que los parámetros de algoritmo se pueden transmitir a la entidad de red de manera que el programador pueda calcular la correspondencia uno a uno en consecuencia. No obstante, según otra realización de la presente invención, se prevé que la entidad de red reciba la correspondencia uno a uno entera sin la necesidad de realizar ningún cálculo. Tal configuración tiene la ventaja de tener una entidad de red caracterizada por menos complejidad y por lo tanto más fácil de implementar. El cálculo de la correspondencia uno a uno se puede delegar por lo tanto a otra entidad de red. La construcción de la entidad de red por lo tanto sería más fácil y de esta manera requerir menos mantenimiento. Por supuesto, se pueden prever implementaciones en donde solamente una parte de la tabla de correspondencia uno a uno se envía a la entidad de red y no la totalidad de la correspondencia uno a uno. Según las diferentes implementaciones, esto se puede
55 implementar además enviando solamente una parte o la totalidad de la tabla, la base de datos o la lista que representa la correspondencia uno a uno.

60 Según una realización adicional de la invención, la entidad de red puede comprender además un multiplexor para producir una secuencia de servicio a partir de las secuencias de entrada. La entidad de red también comprende un demultiplexor para distribuir la secuencia de servicio a los enlaces de salida, en donde el multiplexor y el

demultiplexor están adaptados para ser operados según la correspondencia uno a uno. Según esta realización, la entidad de red (10) comprende un multiplexor para crear una secuencia de servicio que se inicia a partir de la pluralidad de secuencias de entrada. En otras palabras, el multiplexor serializa los bloques de símbolos recibidos de la pluralidad de secuencias de entrada en una secuencia única adjunta conocida como secuencia de servicio. El demultiplexor comprendido en la entidad de red (10) está operado de manera que distribuye el bloque de símbolos serializado en la secuencia de servicio a los enlaces de salida. En otras palabras, el demultiplexor opera una distribución de bloques serializados a una pluralidad de enlaces de salida. La entidad de red opera el multiplexor y el demultiplexor según la correspondencia uno a uno de manera que cada bloque de símbolos recibido desde la secuencia de entrada se asocia solamente a un enlace de salida. El multiplexor y demultiplexor se pueden operar en un ejemplo bajo el control del programador. Un ejemplo adicional de esta implementación se explicará también con referencia a la Fig. 8.

Se debería señalar, que la implementación de la entidad de red no está restringida al multiplexor y demultiplexor descritos anteriormente. De hecho, la distribución de los bloques de símbolos recibidos a los enlaces de salida también se puede realizar por medio de una segunda unidad de memoria que se comparte por un lado de entrada de la entidad de red para recibir los bloques de símbolos de las secuencias de entrada y por un lado de salida de la entidad de red que envía los bloques de símbolos a los enlaces de salida. Los bloques de símbolos recibidos se podrían almacenar en dicha segunda memoria compartida, no ilustrada en la Fig. 1; la entidad de red, por ejemplo por medio de un programador, se puede disponer además de manera que un bloque de símbolos almacenado se asocie a un enlace de salida mediante el programador. A partir de entonces, el enlace de salida se adapta para leer el bloque de símbolos asociado desde la segunda memoria compartida para transmitirlo fuera de la entidad de red sobre el enlace de salida asociado.

También se pueden prever variaciones adicionales, si la memoria adicional más que ser compartida por las secuencias de entrada y los enlaces de salida en su lugar va a ser encontrada solamente en el lado de entrada, es decir en relación con las secuencias de entrada, a partir del cual los bloques de símbolos se transfieren a los enlaces de salida después de haber sido asociados por el programador. Una implementación más prevería el uso de una memoria adicional asociada con los enlaces de salida, en donde los bloques de símbolos recibidos desde las secuencias de entrada se almacenan después de haber sido asociados a un enlace de salida por el programador. A partir de entonces, los bloques de símbolos asociados se transfieren a los enlaces de salida. Como reconocerá directamente el lector, cualquier combinación adecuada de las soluciones descritas previamente es adecuada para llevar a cabo la invención. Adicionalmente, la segunda memoria o adicional descrita anteriormente puede estar comprendida en la memoria descrita previamente almacenando la correspondencia uno a uno.

El uso de la asociación en una forma de bloques de símbolos permite un uso muy eficiente de la memoria y de esta manera provoca una entidad de red que tiene requerimientos de memoria bajos. La construcción de la entidad de red resulta por lo tanto simple y barata.

Según una realización adicional de la invención, las secuencias de entrada (1... S + 1 ... S+A) pueden comprender al menos una secuencia de entrada de velocidad de datos constante (en la Figura 1, cualquiera de los enlaces ilustrativos indicados como 1 ... S) y al menos una secuencia de entrada de velocidad de datos no constante (en la Figura 1, cualquiera de los enlaces ilustrativos indicados como S+1 ... S+A). Una secuencia de entrada de velocidad de datos constante implica que la velocidad de datos es constante durante al menos una cierta cantidad de tiempo dada, es decir hasta que haya un cambio en el aprovisionamiento del servicio o a menos que haya un fallo en la red. Las secuencias de velocidad de datos no constante son en su lugar todas aquellas secuencias que no tienen una velocidad de datos constante o predeterminada. Ejemplos de secuencias de velocidad de datos no constante son aquellas caracterizadas por una velocidad de datos que puede variar repentinamente sin predicción. Ejemplos de secuencias de velocidad de datos no constantes son el tráfico de datos a ráfagas; el tráfico Ethernet, etc.... Otro ejemplo de una secuencia de velocidad de datos no constante es una secuencia que está inactiva. Un ejemplo adicional es una secuencia que comprende información de relleno sin transportar información asociada a los servicios. La ventaja de tal realización consiste en que la entidad de red está adaptada para agrupar diferentes tipos de secuencias de entrada, mejorando por lo tanto su flexibilidad.

La utilidad de introducir una secuencia inactiva también llegará a ser evidente a partir del siguiente ejemplo. Vamos a considerar el caso en donde una secuencia de entrada de velocidad de datos no constante está pretendiendo transmitir datos, por ejemplo datos Ethernet. Cuando la secuencia no tiene datos que transmitir (por ejemplo la FIFO correspondiente está vacía) se deben insertar datos inactivos en el transmisor y eliminar en el receptor. La inactividad garantiza que la asociación de los bloques de símbolos aún se mantenga también cuando no haya datos a ser transmitidos. La inactividad permite también la adaptación de velocidad.

Se debería señalar que la invención prevé la posibilidad de tener más de una secuencia de entrada de velocidad de datos no constante. Cuando este es el caso, las características de las secuencias de entrada pueden tener en cuenta la proporción de cada secuencia de entrada de velocidad de datos no constante, por ejemplo por medio de parámetros ponderados que se pueden introducir al algoritmo.

Según una realización adicional de la invención, la suma de bloques de símbolos de al menos una secuencia de entrada de velocidad de datos no constante ($S+1$) se adapta según la diferencia entre la suma de bloques de símbolos de los enlaces de salida ($1...L$) y la suma de los bloques de símbolos de las secuencias de entrada de velocidad constante ($1...S$). En otras palabras, la suma de los bloques de símbolos de la velocidad de datos no constante se puede calcular como la diferencia entre los bloques de símbolos de los enlaces de salida ($1 \dots L$), que representan la capacidad de la conexión definida (150), y la suma de los bloques de símbolos de las secuencias de entrada de velocidad de datos constante ($1...S$), las cuales son fijas, al menos durante un cierto periodo de tiempo dado, dado que la velocidad de esas secuencias es constante. La ventaja de esta realización se encuentra en que es posible usar eficiente y flexiblemente el recurso de los enlaces de salida ($1...L$) que comprende la conexión definida (150) dependiendo de las condiciones de las secuencias de entrada y las condiciones de los enlaces de salida. Por ejemplo, cuando la suma de las velocidades de datos de las secuencias de entrada es menor que la capacidad de los enlaces de salida la diferencia representaría los recursos disponibles en la conexión definida (150). Estos recursos disponibles en la conexión definida, que se puede llamar también "capacidad de repuesto", se puede usar eficientemente por las secuencias de velocidad de datos no constante. Por ejemplo, los recursos disponibles se pueden usar para transportar tráfico de mejor esfuerzo (o tráfico Ethernet, o tráfico de datos genérico) hasta la cantidad permitida por la "capacidad de repuesto". Alternativamente, los recursos disponibles se pueden rellenar con una secuencia inactiva la cual permitiría entonces adaptaciones de velocidad entre las secuencias de entrada y las secuencias de salida. Según una alternativa adicional, se podrían usar los recursos disponibles o la "capacidad de repuesto" para proporcionar protección o redundancia.

Los recursos disponibles de "capacidad de repuesto" pueden variar debido a la variación de las características de las secuencias de entrada o enlaces de salida. La al menos una secuencia de velocidad de datos no constante ($S+1 \dots S+A$) se adaptaría automáticamente por lo tanto según los recursos disponibles. En el ejemplo anterior, por lo tanto, la secuencia de entrada de velocidad de datos no constante está adaptándose a las condiciones de la red como fallos, cambio de velocidades de datos por ejemplo en los enlaces de salida debido a variación de los parámetros de modulación, etc.... Evidentemente, los recursos disponibles en los enlaces de salida también pueden ser cero cuando la suma de los bloques de símbolos de las secuencias de velocidad de datos constante es igual a la suma de los bloques de símbolos de los enlaces de salida.

También podrían ocurrir situaciones en donde la suma de bloques de símbolos en los enlaces de salida sea menor que los bloques de símbolos de los bloques de símbolos a ser transferidos, por ejemplo de los bloques de símbolos de secuencias de velocidad de datos constante. En tales situaciones, se pueden dar instrucciones adecuadamente al programador para usar una correspondencia uno a uno modificada para adaptarse a dicha condición. Por ejemplo, cambiando las características relativas a las prioridades de al menos una secuencia de entrada, la correspondencia uno a uno se puede recalcular y como consecuencia una de las secuencias de entrada se puede caer.

Según una realización adicional de la invención, la entidad de red es adecuada para operar cuando las secuencias de entrada y/o los enlaces de salida se disponen en tramas de un protocolo de multiplexación por división en el tiempo. En este caso, la trama tendría una duración correspondiente al intervalo de tiempo predeterminado que comprende los bloques de símbolos a ser transmitidos por la entidad de red. Ejemplos de protocolos de multiplexación por división en el tiempo son PDH, SONET/SDH, ISDN, así como todos los otros protocolos que prevén el uso de una estructura de trama que se repite en intervalos regulares durante el tiempo. A continuación, por ejemplo con referencia a la Fig. 6, 8 o 13, se darán ejemplos de una entidad de red aplicada a una red que implementa un protocolo de multiplexación por división en el tiempo.

En una realización adicional de la invención, la entidad de red descrita anteriormente comprende un transmisor radio punto a punto y/o un receptor radio punto a punto. En esta realización, la entidad de red se adapta por lo tanto para realizar una comunicación radio punto a punto con otra entidad de red adaptada para interoperar con la entidad de red entonces de la Figura 1.

Según las realizaciones anteriores, por lo tanto, se puede obtener un sistema que usa una agrupación de enlaces con programación palabra por palabra y modulación adaptativa simultáneamente. El sistema puede ser en realizaciones adicionales un sistema radio.

Se hará ahora referencia a la Figura 2, que muestra un diagrama de bloques ilustrativo de una entidad de red (20) para desagrupar tráfico en una red de comunicación. La entidad de red (20) está adaptada para desagrupar tráfico en una red de comunicación de una conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces de entrada ($1 \dots L'$) sobre una pluralidad de secuencias de salida ($1 \dots S'+1 \dots S'+A'$), en donde para tráfico de red aplican las mismas consideraciones que se hicieron anteriormente. En un ejemplo la agrupación se realiza por la entidad de red (10) descrita con referencia a la Figura 1. No obstante, se señala que la entidad de red (20) no está limitada a tal caso sino que se dispone para funcionar en cualquier tipo de tráfico agrupado transmitido en una conexión definida. La entidad de red (20) para desagrupar tráfico está adaptada por lo tanto para desagrupar o desagregar el tráfico de la conexión definida en una pluralidad de secuencias de salida ($1 \dots S'+1 \dots S'+A'$). Por lo que concierne a los enlaces de entrada y las secuencias de salida aplican las mismas consideraciones que se hicieron para los enlaces de salida y las secuencias de entrada, por consiguiente, con referencia a la entidad de red para agrupar tráfico de la Figura 1.

Consideraciones similares que las hechas anteriormente con referencia a la Figura 1, aplican aquí para la conexión definida, el intervalo de tiempo predeterminado y los bloques de símbolos.

5 La entidad de red (20) además comprende un programador (200) para asociación, para todos los bloques de símbolos que se reciben durante un intervalo de tiempo predeterminado, de cada uno de los bloques de símbolos recibidos con una secuencia de salida correspondiente (1 ... S'+1 ... S'+A') según una correspondencia uno a uno. En otras palabras, el programador de la segunda realización asocia cada uno de los bloques de símbolos que se reciben durante el intervalo de tiempo predeterminado a una secuencia de salida (1 ... S'+1 ... S'+A'), de manera que para cada uno de los bloques de símbolos recibidos haya solamente una secuencia de salida (1 ... S'+1 ... S'+A'). La correspondencia uno a uno es una relación que asegura que para cada uno de los bloques de símbolos recibidos haya solamente una secuencia de salida a la cual está asociado dicho bloque de símbolos recibido. En otras palabras, el programador está adaptado para realizar la asociación para cada bloque de símbolos. En un ejemplo, se repite el paso de asociación según la correspondencia uno a uno para cada bloque de símbolos a ser transmitido en el periodo de tiempo dado.

15 El programador (200) se puede implementar en componentes físicos, soporte lógico o cualquier combinación adecuada de los mismos. En un ejemplo, la entidad de red (20) está adaptada para interactuar con la entidad de red (10) de la Figura 1: en este caso el número de enlaces de entrada de la entidad de red (20) es preferiblemente igual al número de enlaces de salida de la entidad de red (10). No obstante, se señala que la invención no está restringida a este ejemplo particular. Se puede prever otras situaciones en donde entre la entidad de red (10) y la entidad de red (20) estén comprendidos nodos adicionales, por ejemplo dispositivos puente. Los enlaces de entrada (1 ...L') transportan bloques de símbolos, en donde un bloque de símbolos es como se definió previamente.

25 Se puede hacer una modificación adicional de la entidad de red (20) representada en la Figura 2 como se describe con referencia a la entidad de red (10) de la Figura 1. Por ejemplo, también se puede adaptar la entidad de red (20) de manera que el programador (200) se disponga para adaptarse a las características que varían de los enlaces de entrada y/o secuencias de salida. Adicionalmente, el programador (200) se puede disponer para calcular la correspondencia uno a uno según un algoritmo basado en los parámetros de algoritmo. El algoritmo y los parámetros del mismo pueden ser los mismos que los implementados en la entidad de red (10) o pueden ser diferentes o distintos en una realización modificada, en tanto en cuanto dicho algoritmo y parámetros de algoritmo sean adecuados para producir una correspondencia uno a uno para la entidad de red (20). En una realización adicional, los parámetros de algoritmo pueden comprender características que varían de al menos uno de los enlaces de entrada y secuencias de salida. Los parámetros de algoritmo o la correspondencia uno a uno se pueden recibir en la entidad de red (20) como se describe con referencia a la entidad de red (10) de la Fig. 1.

35 Adicionalmente, aplican consideraciones similares a la entidad de red (20) como se hicieron para la entidad de red (10) con referencia a las secuencias de velocidad de datos constante y las secuencias de velocidad de datos no constante, a la adaptación de la correspondencia uno a uno según la diferencia entre la suma de los bloques de símbolos de los enlaces de entrada y la suma de los bloques de símbolos de las secuencias de salida. La correspondencia uno a uno de la entidad de red (20) se puede representar de las mismas formas que se describieron para la entidad de red (10). Por ejemplo como una tabla, base de datos, lista, etc.... La entidad de red se puede realizar además por medio de un demultiplexor y multiplexor. Se dará un ejemplo detallado con referencia a la Figura 9. Evidentemente, son posibles implementaciones diferentes que usan una segunda memoria o adicional como se describe con referencia a la entidad de red (10) de la Figura 1. En resumen, es posible poner en práctica variaciones y realizaciones adicionales de la entidad de red (20) correspondientes a aquellas hechas para la entidad de red (10) de la Figura 1.

50 En el ejemplo en donde las entidades de red (10) y (20) están dispuestas para interactuar directamente sobre la misma conexión definida (150) que comprende una pluralidad de enlaces, la correspondencia uno a uno de las dos entidades de red (10) y (20) corresponden a la misma relación. De esta manera, el tráfico de las secuencias de entrada (1 ... S+1 ... S+A) de la primera entidad de red se agrupa, reenvía a la segunda entidad de red en donde se desagrupa a las secuencias de salida (1 ... S'+1 ... S'+A') correspondientes a las secuencias de entrada de la primera entidad de red. En tal ejemplo S sería igual a S' y A a A'.

55 No obstante, la invención no está restringida a tal caso. Por ejemplo, cuando están presentes entidades adicionales (por ejemplo dispositivos de puente) entre las entidades de red (10) y (20), se prevé una implementación en donde las correspondencias uno a uno de la entidad de red (10) es diferente de las correspondencias uno a uno de la entidad de red (20).

60 Las entidades de red (10) y (20) también se pueden implementar en la misma entidad de red, la cual comprendería una primera parte que incluye la entidad de red (10) y una segunda parte que incluye la entidad de red (20). Tal entidad de red se adaptaría por lo tanto para agrupar y reenviar el tráfico agrupado sobre la conexión (150) por medio de la primera parte. Al mismo tiempo, tal entidad de red también sería adecuada para desagrupar y reenviar el tráfico desagrupado recibido a partir de la conexión (150) por medio de la segunda parte. Las dos partes pueden implementar una correspondencia uno a uno diferente o distinta, una válida para agrupar el tráfico a ser reenviado y una válida para desagrupar el tráfico recibido. Tal implementación permitiría una configuración asimétrica de la

65

conexión definida (150, 250, 350). En otro ejemplo, las dos partes implementarían la misma correspondencia uno a uno. Tal configuración provocaría una construcción e implementación menos complejas de la entidad de red.

Se hará referencia ahora a la Figura 3, en donde se representa un sistema ilustrativo según otra realización de la invención. El sistema de la Figura 3 está adaptado para intercambiar tráfico en una red de comunicación sobre una conexión definida (350) que comprende una pluralidad de enlaces. Los enlaces puede ser en ciertos ejemplos los mismos que los enlaces de salida (1 ... L) de la Figura 1 o los enlaces (1 ... L') de la Figura 2. La conexión (350) puede ser en algunos ejemplos la misma conexión (150) de la Figura 1 o la misma conexión (250) de la Figura 2. Consideraciones similares como se hicieron anteriormente con referencia al tráfico, bloques de símbolos, enlaces y secuencias aplican también al sistema de la Figura 3.

El sistema comprende una primera entidad de red (10) para agrupar tráfico sobre la conexión definida (350). El tráfico comprende una pluralidad de secuencias de entrada (1 ... S+1 ... S+A), en donde cada una de las secuencias de entrada transporta bloques de símbolos. La primera entidad de red comprende además un primer programador (3100). El primer programador (3100) está adaptado para asociar, para todos los bloques de símbolos que van a ser transmitidos durante un intervalo de tiempo predeterminado, cada uno de los bloques de símbolos que van a ser transmitidos con un enlace correspondiente según una primera correspondencia uno a uno. En otras palabras, la correspondencia uno a uno es una primera relación que asegura que para cada bloque único que va a ser transmitido durante un intervalo de tiempo predeterminado haya solamente un enlace asociado.

El sistema además comprende una segunda entidad de red (320) para desagrupar tráfico en la red de comunicación a partir de la conexión definida (350) que comprende la pluralidad de enlaces sobre una pluralidad de secuencias de salida (1 ... S'+1 ... S'+A'), en donde los enlaces mencionados transportan bloques de símbolos. En otras palabras, la segunda entidad de red está adaptada para desagrupar el tráfico que fue agrupado por la primera entidad de red. La segunda entidad de red desagrupa el tráfico sobre la pluralidad de secuencias de salida. La segunda entidad de red además comprende un segundo programador (3200) para asociación, para todos los bloques de símbolos que se reciben durante el intervalo de tiempo predeterminado, de cada uno de los bloques de símbolos recibidos con una secuencia de salida correspondiente según una segunda correspondencia uno a uno. En otras palabras, el segundo programador (3200) de la segunda entidad de red (320) está adaptado para asociar cada bloque de símbolos que se recibe en el intervalo de tiempo predeterminado a solamente una secuencia de salida. La segunda correspondencia uno a uno es una relación que asegura que cada bloque de símbolos recibido está asociado a solamente una secuencia de salida.

En una implementación ilustrativa del sistema de la Figura 3, la primera entidad de red y la segunda entidad de red se pueden disponer para interactuar. En tal caso, la segunda correspondencia uno a uno de la segunda entidad de red (320) es tal que las secuencias de salida de la segunda entidad de red (320) corresponden a las secuencias de entrada de la primera entidad de red (310). En otras palabras, según esta implementación las primera y segunda correspondencias uno a uno representan la misma relación. Según la implementación específica de la correspondencia uno a uno, en algunos ejemplos de esta implementación la primera y segunda correspondencias uno a uno pueden ser la misma, por ejemplo la tabla puede ser la misma en la primera y segunda entidades de red (cuando la tabla se elige para representar la correspondencia uno a uno).

Según otra implementación ilustrativa del sistema de la Figura 3, la primera y segunda entidades de red son entidades interrelacionadas que no se comunican directamente sino a través de entidades o dispositivos intermedios como dispositivos puente. En dichas circunstancias, la primera y segunda correspondencias uno a uno no son necesariamente la misma dado que las relaciones que definen dependen de dispositivos intermedios que operan entre la primera y la segunda entidad de red.

Se hará referencia ahora a la Figura 4, que ilustra un diagrama de flujo según un método que realiza la invención. El método ilustrado por el diagrama de flujo de la Figura 4 es para agrupar tráfico en una red de comunicación sobre una conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces de salida. El método es adecuado, por ejemplo, para operar una entidad de red como se describe con referencia a la Figura 1. El método entonces prevé un paso (400) de asociación, en una entidad de red, para todos los bloques de símbolos que van a ser transmitidos durante un intervalo de tiempo predeterminado, de cada uno de los bloques de símbolos que va a ser transmitido con un enlace de salida correspondiente según una correspondencia uno a uno. En el paso 410 el método puede realizar preferiblemente un paso adicional de almacenamiento del resultado, o de esperar una condición de desencadenante para repetir el paso 400, o recibir una correspondencia uno a uno desde otra entidad de red, etc.... El método de la Figura 4 no está restringido no obstante a la implementación en la entidad de red (10). De hecho, también se puede realizar completa o parcialmente en otra entidad de red y la asociación producida que provoca una correspondencia uno a uno entonces se puede transferir a la entidad de red (10). Por ejemplo, una variación del método puede prever el cálculo de la correspondencia uno a uno en una entidad de red y la transmisión de la correspondencia uno a uno calculada a la entidad de red (10) la cual realiza en consecuencia el agrupamiento.

Se hará referencia ahora a la Figura 5, que ilustra un diagrama de flujo según un método adicional que realiza la invención. Por consiguiente, se proporciona un método para desagrupar tráfico en una red de comunicación desde

una conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces de entrada sobre una pluralidad de secuencias de salida, en donde cada enlace de entrada transporta bloques de símbolos. El método es adecuado, por ejemplo, para operar una entidad de red (20) como se describió con referencia a la Figura 2. El método de la Figura 5 comprende el paso de asociación, en una entidad de red, para todos los bloques de símbolos que se reciben durante un intervalo de tiempo predeterminado, de cada uno de los bloques de símbolos recibidos con una secuencia de salida correspondiente según una correspondencia uno a uno. En otras palabras, el método para desagrupar prevé un paso de asociación de cada bloque de símbolos recibido con una secuencia de salida correspondiente. La correspondencia uno a uno es responsable de asegurar que cada bloque de símbolos recibido esté asociado solamente con una secuencia de salida. El método de la Figura 5 no obstante no está restringido a la implementación en la entidad de red (20). De hecho, también se puede realizar completa o parcialmente en otra entidad de red y la asociación producida que provoca una correspondencia uno a uno se puede transferir entonces a la entidad de red (20). Por ejemplo, una variación del método puede prever el cálculo de la correspondencia uno a uno en una entidad de red y la transmisión de la correspondencia uno a uno calculada a la entidad de red (20) la cual realiza en consecuencia el desagrupamiento.

Según otra realización de la presente invención, se proporciona un producto de programa de ordenador que comprende partes de programa. Las partes de programa se disponen, cuando se ejecutan en un procesador programable, para conducir el método de agrupación de tráfico como se describió con referencia a la Figura 4 y/o el método de desagrupación de tráfico como se describió con referencia a la Figura 5.

Adicionalmente, es posible combinar juntos los métodos de las Figuras 4 y 5.

Se hará ahora referencia a ejemplos ilustrativos y no limitantes adicionales a los cuales se puede aplicar la presente invención.

Se proporciona ahora un ejemplo relativo a transmisiones radio y en particular a una técnica de multiplexación y agrupación para transmisión de servicios heterogéneos sobre una agregación de múltiples enlaces radio punto a punto con velocidades de transmisión adaptativas (variables).

El ejemplo proporcionado agrega múltiples enlaces radio de velocidades de datos variables para formar un puerto independiente del servicio con un ancho de banda mayor que cada enlace único. Los enlaces radio son síncronos a un reloj común e implementan una trama radio (sección de cabecera y sección de carga útil). En el ejemplo proporcionado, todas las tramas radio tienen una duración común y están alineadas en fase. Debido a la modulación adaptativa la longitud de la sección de carga útil puede variar.

Todos los enlaces juntos forman una secuencia de servicio que también es de tramas, síncrona y alineada en fase. Debido a la modulación adaptativa y la protección de enlace la velocidad de datos de esta secuencia de servicio es variable. Los servicios de datos síncronos se pueden sincronizar mediante adaptación de velocidad de datos (por ejemplo STM-1, E1/T1, Ethernet) se puede añadir y retirar a esta secuencia de servicio de tramas.

Se puede usar un servicio para una interfaz de paquetes con una velocidad de datos variable (por ejemplo Ethernet, IP). Un servicio de paquetes puede requerir encapsulación adicional de paquetes o inserción de inactividad. Esto se podría implementar similar a GFP, LAPS o PPP. Todos los otros servicios tienen una velocidad fija (por ejemplo STM-1, E1/T1).

Se hará referencia ahora a la Figura 6, que muestra una arquitectura básica de un ejemplo al que se puede aplicar la invención. El ejemplo presentado se refiere a un sistema de transmisión síncrono para servicios heterogéneos sobre múltiples enlaces punto a punto con velocidades de transmisión variables. Los enlaces se agrupan para aumentar el ancho de banda y reducir la latencia. En particular los enlaces pueden ser canales radio que usan modulación adaptativa para adaptar la velocidad de transmisión a las condiciones ambientales que varían tales como lluvia o desvanecimiento.

Los enlaces son síncronos a un reloj común y tienen una trama con sección de cabecera y carga útil. Todas las tramas están alineadas en fase y tienen una duración común pero la longitud de bits de la sección de carga útil puede variar por ejemplo debido a modulación adaptativa. Todos los enlaces juntos forman una secuencia de servicio de tramas con un ancho de banda mayor. Los servicios de datos (por ejemplo STM-1, E1/T1) se pueden añadir o retirar a esta secuencia de servicio de tramas.

La conexión indicada con el signo de referencia (650) es un ejemplo de la conexión (150) de la Figura 1, o (250) de la Figura 2 o (350) de la Figura 3. Las referencias 610, 625, 630 y 635 son ejemplos de componentes comprendidos en una entidad de red (10) de la Figura 1. Las secuencias (620) representan la secuencia de entrada, los enlaces 640 son un ejemplo de los enlaces (1 ... L) sacados por la entidad de red (10). En el ejemplo de la Figura 6, los enlaces (640) se combinan por el combinador (645) para ser transportados en la conexión (650). Se señala que este no es un rasgo esencial sino solamente uno preferido según este ejemplo. El conmutador de servicios (625) y el conmutador de enlaces (635) son responsables de distribuir los bloques de símbolos a partir de las secuencias de

entrada (620) a los enlaces de salida (640). El conmutador de servicios (625) y el conmutador de enlaces (635) operan bajo el control del algoritmo de conmutación de transmisión (610), el cual es responsable de operar los conmutadores (625) y (635) de manera que la correspondencia uno a uno se respeta. La referencia (630) representa la secuencia de servicio en el ejemplo presentado.

Los componentes (660, 675, 680, 685) pueden estar comprendidos en una entidad de red (20) como se representa en la Figura 2. Las secuencias (690) son un ejemplo de las secuencias de salida (1 ... S'+1 ... S'+A'), los enlaces (670) son un ejemplo de los enlaces (1 ... L') introducidos en la entidad de red (20). En el ejemplo de la Figura 6, los enlaces (650) se combinan y distribuyen a los enlaces (670) por medio del combinador (665). Se señala que este no es un rasgo esencial sino solamente uno preferido según este ejemplo. El conmutador de servicios (685) y el conmutador de enlaces (675) son responsables de distribuir los bloques de símbolos de los enlaces de entrada (670) a las secuencias de salida (690). El conmutador de servicios (685) y el conmutador de enlaces (675) operan bajo el control del algoritmo de conmutación de transmisión (660), que es responsable de operar los conmutadores (675) y (685) de manera que la correspondencia uno a uno se respeta. La referencia (680) representa la secuencia de servicio en el ejemplo presentado.

Se hará ahora referencia a la Figura 7 que muestra un ejemplo para las velocidades de datos que varían con el tiempo con 3 enlaces. Los 3 enlaces de la Figura 7 pueden ser una representación de los enlaces que salen de la entidad de red (10). Las velocidades de datos del enlace 1 y enlace 2 cambian con el tiempo. La capacidad total de la agregación de los tres enlaces se muestra en la parte inferior de la figura. La capacidad total es más suave que la capacidad de los enlaces individuales. Por lo tanto, agrupando enlaces se pueden usar más eficientemente los recursos y la capacidad del enlace agrupado es más suave.

Se hará referencia ahora a la Figura 8, que muestra una arquitectura de programación básica ilustrativa del lado de transmisión. La arquitectura de la Figura 8 es un ejemplo de la entidad de red ilustrada con referencia a la Figura 1. Se señala que esta es ilustrativa solamente y no restrictiva para la invención. Como se explicó previamente, de hecho, también son posibles otras realizaciones.

La arquitectura de la Figura 8 comprende un Multiplexor de Servicios de Transmisión (MUX de Servicios de Tx 800), un Demultiplexor de Enlaces de Transmisión (DEMUX de Enlaces de Tx 850), una Tabla de Búsqueda Calculada (LUT Calculada 820), un contador (822), un reloj (824), servicios de entrada (810), Datos de Control de Enlace (852, 854, 856), Datos de Control Común (858), Transmisores Radio con FEC y modulación adaptativas (862, 864, 866) y enlaces síncronos con velocidades variables (870). Se señala que los servicios de entrada (810) y los enlaces síncronos con velocidades variables (870) son preferiblemente síncronos.

No obstante, también se pueden adaptar las secuencias o enlaces no síncronos. Las formas para lograr la adaptación se explicarán más tarde.

El MUX de Servicios de TX (800) y el DEMUX de Enlaces (850) se controlan mediante una Tabla de Búsqueda (LUT 820). El MUX (800) y el DEMUX (850) son responsables de agrupar el tráfico según la correspondencia uno a uno almacenada en la tabla (820). La primera columna de la tabla (820) es solamente el índice de fila y no es estrictamente necesaria. La segunda columna de la LUT controla el MUX de Servicios de TX (800). La tercera columna controla el DEMUX de Enlaces de TX (850). Además el transmisor inserta los datos de control. Los datos críticos se transmiten como datos de control común. Se requiere protección de errores de transmisión eficiente y se envía simultáneamente en todos los enlaces. Ejemplos de datos de control común son las propiedades de servicio (por ejemplo prioridad, velocidad de datos, identificador de colas) y los estados de enlace (por ejemplo la velocidad de datos de agregación que depende del Modo Físico del enlace). Los datos de control de enlace no son tan sensibles a los errores de transmisión únicos. Los parámetros se refieren a ATPC, identificador de campo radio e identificador de polarización (para XPIC). Un preámbulo de trama radio se inserta antes de cada trama, también.

La Figura 9 muestra la arquitectura de programación correspondiente del receptor. La arquitectura de la Figura 9 representa un ejemplo de la entidad de red (20) ilustrada con referencia a la Figura 2. El flujo de datos está al contrario que el representado en la Figura 8.

La arquitectura representada en la Figura 9 comprende un Demultiplexor de Servicios de Receptor (DEMUX de Servicios de RX 900), un Multiplexor de Enlaces de Receptor (MUX de Enlaces de RX 950), servicios de salida (910), una Tabla de Búsqueda Calculada (LUT Calculada 920), un contador (922), un reloj (924), datos de control común (958), Datos de control de Enlace (952, 954, 956), receptores radio con FEC y modulación adaptativas (960, 962, 964), enlaces con velocidades variables (970). Se señala que los servicios de salida (910) y los enlaces síncronos con velocidades variables (970) son preferiblemente síncronos.

En un ejemplo, los datos dentro de la entidad de red que corresponden a secuencias de entrada y enlaces de entrada y el programador son síncronos a un reloj común. Cuando los datos que entran desde las secuencias de entrada no son síncronos al reloj común, entonces se puede realizar una adaptación. Esta adaptación de la secuencia no síncrona al reloj interno es una implementación opcional que se describirá más tarde.

En la primera etapa el preámbulo se usa para sincronización de tramas y se extraen los datos de control. Entonces los datos de trama se reenvían al programador de enlaces y servicios que usa una LUT idéntica (920) como el transmisor. La tercera columna de la LUT controla el MUX DE ENLACE DE RX (900). La segunda columna controla el DEMUX de Servicio de RX (950).

La Figura 10 muestra un ejemplo para una tabla de control de programación (LUT). Generalmente ambas direcciones de un enlace son independientes. Así las LUT para la dirección de transmisión y recepción pueden diferir. Esto permite una realización muy flexible. La LUT almacena en este ejemplo la correspondencia uno a uno de la invención.

Las entradas de la LUT se calculan por un algoritmo de adaptación que usa los mismos parámetros de entrada en ambos lados de la agregación. El resultado del algoritmo de adaptación debe ser único. La tabla se puede almacenar en la memoria o calcular en cada trama una vez más.

La Figura 12 muestra un ejemplo de cómo se pueden generar las entradas de la Tabla de Búsqueda (LUT) para la tabla de control de programación. Los modelos de velocidad constante se usan para la emulación de la velocidad de servicio y enlace. En el lado izquierdo, la referencia 1000 indicaba modelos de velocidad constante para servicios, mientras que la referencia 1020 en el lado derecho se refiere a modelos de velocidad constante para enlaces. Los bloques S-1, ..., S-M, S-I se refieren a la generación de servicios 1, M y la generación de inactividad, en consecuencia. La referencia 1100 indica un bloque ilustrativo para generar una Pareja Id de Servicio-Id de Enlace, es decir es un ejemplo de generación de la correspondencia uno a uno. 1030 se refiere a un indicador de escritura en la LUT. Los bloques L-1 ... L-L indicaban la generación de enlaces 1 ... L, de la misma manera.

Si uno de los modelos de servicios genera una palabra, esta palabra se programa por un programador de prioridad estricta. La palabra es un ejemplo de los bloques de símbolos como se prevén en la presente invención. Otro programador procesa las palabras que se generan por los modelos de enlace. Los resultados de ambos programadores se combinan para formar un par servicio-enlace que se almacena en la tabla de control de programación.

Un algoritmo basado en contadores se resume a continuación. Se señala que el algoritmo de más adelante es solamente un ejemplo. De hecho, otros algoritmos serían adecuados en tanto en cuanto producen la correspondencia uno a uno que se presentó previamente. Según el presente algoritmo ilustrativo, la velocidad de servicio se puede modelar por contadores. La velocidad de enlaces se puede modelar de una manera similar. Los pasos principales del algoritmo se pueden resumir como a continuación.

Definiciones:

- M+1: número de servicios (M+1: inactivo, mejor esfuerzo, etc....)
- LwCBRK: número de palabras de servicio k por trama
- LwSFP: número total de palabras para agregación = suma sobre $LwCBRk$, $1 \leq k \leq (M+1)$

Iniciación al comienzo de trama:

- $\forall k: cbrk = LwCBRk$, $k = 1 \dots M+1$

Programación hasta el extremo de trama:

- $\forall k$: Generación de Servicio, $k = 1 \dots M+1$
- mientras que no todos los FIFO de servicio vacíos:
 - programación de prioridad estricta (leer desde FIFO)

Generación de servicio k:

- $cbrk = cbrk + LwCBRk$
- si ($cbrk \geq LwSFP$):
 - generar palabra Cbr-k (escribir a FIFO)
 - $cbrk = cbrk - LwSFP$

Los parámetros de entrada para el algoritmo son:

- los servicios TDM con velocidad de datos (TDM), el identificador de cola y prioridad,

- el servicio de Ethernet con identificador de cola y prioridad,
- la capacidad de datos actuales de todos los enlaces. Típicamente solamente se usa un conjunto limitado de diferentes velocidades de datos de enlace. Estas están definidas por un conjunto MODO FÍSICO (modulación + parámetros FEC)

5 Los parámetros opcionales son:

- la velocidad de datos mínima Ethernet.

10 Gracias a la asociación hecha en forma de bloques de símbolos, se puede lograr una eficiencia y flexibilidad elevadas. Esto también provoca una implementación simple y directa del transmisor y receptor que no necesita ninguna estructura o arquitectura complicada para distribuir el tráfico gracias a la asociación en forma de bloques de símbolos.

15 Puede haber restricciones adicionales para los algoritmos de programación: por ejemplo no distribuir unos servicios TDM sobre múltiples enlaces. Esto puede aumentar la disponibilidad para el caso que un enlace falla repentinamente (por ejemplo un fallo de componentes físicos). Bajo circunstancias normales (el enlace se degrada lentamente) esto se maneja mediante el control de enlace radio (cambio de modo de modulación adaptativa). Los parámetros que indican por ejemplo una degradación lenta son ejemplos de las características ya introducidas en la presente invención.

20 El algoritmo de programación para las LUT también puede usar varios grupos de agregación con diferentes calidades de servicio. Por ejemplo puede haber un grupo bueno (enlaces con una relación de errores muy baja), un grupo medio (enlaces con relación de errores de baja a media) y un grupo malo (enlaces perdidos o enlaces con relación de errores elevada). Todos estos parámetros son ejemplos de los parámetros de algoritmo que se introdujeron previamente.

25 En una realización preferente, el sistema presente funciona totalmente síncrono con un reloj común en cada dirección. Pero esto no es una limitación para la invención. De hecho, los servicios asíncronos y canales asíncronos se pueden hacer síncronos con métodos conocidos como justificación (por ejemplo relleno de bits como PDH) o procesamiento de indicador (por ejemplo ver indicadores en SDH/SONET). De esta manera, la presente invención es adecuada también para implementación con sistemas no síncronos. Detalles adicionales sobre la adaptación de sistemas no síncronos se referirán más tarde.

30 Según este ejemplo, la técnica de agrupamiento usa LTU (Tablas de Búsqueda) adaptativas lo cual permite una realización muy flexible y rápida. El programador de enlace y servicio puede trabajar palabra por palabra donde una palabra puede ser de 8 bit, 16 bit o 32 bit o algo más. Una anchura de palabra mayor permite una velocidad de programación más rápida. Todos estos son ejemplos de elecciones posibles para los bloques de símbolos de la presente invención.

35 Para mayor eficiencia (menos relleno) a velocidades de datos elevadas también son posibles implementaciones mixtas. La Figura 11 muestra una LTU modificada para tal ejemplo. La LTU tiene una cuarta columna para la anchura de datos. La anchura de programación general en este ejemplo es de 16 bits. Pero algunos datos están programándose solamente con 8 bits.

40 La agregación de servicios y de enlaces se controla por un plano de control. Para este propósito se intercambian datos de control adicionales entre el transmisor y el receptor. Algunos datos de control (como el desencadenador para el Modo Físico o cambios de servicio, habilitar o deshabilitar enlaces de la agregación) requieren acciones sincronizadas en el transmisor y receptor. Por lo tanto estos datos requieren una fuerte protección. Esto se puede lograr mediante una combinación del siguiente mecanismo:

- repetición
- suma de comprobación
- transmisión sobre múltiples enlaces

45 Algunos otros parámetros (como nuevas propiedades de servicio) no deben llegar a ser inmediatamente efectivos y se pueden manejar por un protocolo de inicio de diálogo (por ejemplo petición y reconocimiento).

La Tabla 1 de más adelante muestra las propiedades de los datos de control principales.

60

Parámetros	ámbito de acción	Velocidad de acción del transmisor (maestro)	Velocidad de reacción del receptor (esclavo)	sensibilidad de error	mecanismo de protección
preámbulo, identificador de campo radio, identificador de polarización	enlace	Estática	-	no crítica	-
ATPC	enlace	Media	media	baja	suma de comprobación
cambio de Modo Físico, deshabilitar/habilitar enlace de la agregación	enlace	alta	alta	alta	repetición, suma de comprobación, múltiples enlaces
cambios de servicio (no efectivos hasta el desencadenamiento)	agregación	baja	no	alta	protocolo de inicio de diálogo, suma de comprobación, múltiples enlaces
desencadenador para cambios de servicio (datos efectivos)	agregación	baja	alta	alta	repetición, suma de comprobación, múltiples enlaces
inserción/extracción de Enlaces (no usados mediante agregación)	Enlace agregación /	baja	baja	alta	protocolo de inicio de diálogo, suma de comprobación, múltiples enlaces

Las Figuras 13A y 13B proporcionan diagramas de flujo adicionales que ilustran un ejemplo de generación de una tabla de búsqueda según realizaciones adicionales de la presente invención. También esta realización se basa en contador. No obstante, se señala que cualquier algoritmo es adecuado en tanto en cuanto produzca una correspondencia uno a uno. A continuación se presenta un ejemplo al cual se aplica el algoritmo mostrado en las Figuras 13A y 13B. En el siguiente ejemplo, indicado como Ejemplo A, las velocidades bajas se eligen solamente para propósitos de explicación.

5

Ejemplo A (velocidades bajas solamente para explicación):

10

duración de trama = 1ms
 programación de octetos
 3 enlaces:

15

Velocidad de carga útil de enlace A: 2 kbits/s
 Velocidad de carga útil de enlace B: 5 kbits/s
 Velocidad de carga útil de enlace C: 1 kbits/s

20

Velocidad de carga útil de agregación Φ : 8 kbits/s
 2 servicios:
 Velocidad de servicio A: 6 kbits/s
 Velocidad de servicio B: 2 kbits/s (por ejemplo Inactivo)

Cuando se aplica el ejemplo A anterior al algoritmo de las Figuras 13A y 13B, se producen los siguientes resultados según se resume en la tabla más adelante.

Ejemplo A (Resultado): Tabla de Mux-Servicio-Enlace

Índice	Id de Servicio	Id de Enlace
1	1	2
2	1	1
3	1	2
4	2	2
5	1	2
6	1	1
7	1	2
8	2	3

5 La Figura 14A muestra la tabla de MUX de Servicios producida según el algoritmo de las Figuras 13A y 13B cuando se aplica al ejemplo A ilustrado anteriormente.

10 En particular, la Figura 14A ilustra los pasos para generar la tabla de MUX-Servicios para el Ejemplo A, con los siguientes parámetros de inicialización.

Inicialización:

15 M := 2; LwSFP := 8;
LwCBR (1) := 6; LwCBR (2) := 2;
cbr (1) := 6; cbr (2) := 2;
I := 1; K := 1.

20 La Figura 14B muestra la tabla de MUX de Enlaces producida según el algoritmo de las Figuras 13A y 13B cuando se aplica al ejemplo A ilustrado anteriormente.

En particular, la Figura 14B ilustra los pasos para generar la tabla de MUX-Enlaces para el Ejemplo A, con los siguientes parámetros de inicialización.

25 Inicialización:

30 N := 3; LwLkSFP := 8;
LwLkSF (1) := 2; LwLkSF (2) := 5; LwLkSF (3) := 1;
lsf (1) := 2; lsf (2) := 5; lsf (3) := 1;
I := 1; K := 1.

35 Como se mencionó anteriormente en la descripción, la presente invención también se puede aplicar a sistemas no síncronos. A continuación, se ilustrará una adaptación entre las interfaces externas y las interfaces internas para adaptar sistemas no síncronos.

Se hace la suposición de que en un ejemplo de la invención, las interfaces internas son síncronas a un reloj común (inclusive trama y fase). A continuación, se explicará cómo se puede aplicar un sistema no síncrono a un sistema implementado síncrono.

40 Si las secuencias de entrada no son síncronas se requiere una función de adaptación:

- Para velocidad de datos constante pero secuencias de entrada asíncronas la adaptación se puede hacer mediante técnicas conocidas como justificación/relleno de bits (ver multiplexación asíncrona por ejemplo G.742 de la ITU).
- Para secuencias de entrada de velocidad de datos no constante (por ejemplo Ethernet u otros servicios por paquetes) la adaptación de velocidad se puede hacer mediante inserción de inactividad (la velocidad de

interfaz interna constante es más rápida que la velocidad media de interfaz externa no constante actual) o descarte de paquetes (la velocidad de interfaz interna constante es más lenta que la velocidad media de interfaz externa no constante actual).

5 Las interfaces externas de los enlaces de salida se pueden diseñar como interfaces síncronas con tramas alineadas en fase con la trama de programación. En este caso no se requiere adaptación para el enlace y los rasgos como la modulación y codificación adaptativas son más fáciles de manejar. Si algunas interfaces de enlace externo no son síncronas o alineadas en fase, entonces se requieren también técnicas de adaptación como rellenado.

10 La Figura 15A muestra la adaptación de secuencia de servicio opcional en el transmisor. En el ejemplo no limitante, se supone aquí que las interfaces de enlace son síncronas y no necesitan adaptación.

La Figura 15B muestra la adaptación correspondiente en el receptor.

15 La presente invención proporciona varias ventajas. La siguiente es solamente una lista de algunas de las ventajas:

- interfaz multiservicio completamente flexible e interfaz multiaérea,
- baja latencia (a través de programación octeto por octeto o palabra por palabra),
- priorización de servicios (si no hay bastante capacidad disponible, los servicios de baja prioridad caen primero),
- elevada eficiencia de ancho de banda (a través de modulación y FEC adaptativas),
- fiabilidad de servicio (transmisión paralela (redundante) de datos de control y supervisión de enlace vitales),
- implementación eficiente y rápida (con las LTU).

20 El lector experto no obstante reconocería que se proporcionan ventajas adicionales como se explicaron en la presente invención o como evidentes al lector experto.

Abreviaturas usadas:

30	ADM	Multiplexor de Inserción/Extracción
	ANSI	Instituto Nacional Americano de Estándares
	ATM	Modo de Transferencia Asíncrono
	ATPC	Control de Potencia de Transmisión Automático
	ETSI	Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicación
35	GbE	Gigabit Ethernet
	GFP	Procedimiento de Tramas Genérico
	IP	Protocolo de Internet
	ISDN	Red Digital de Servicios Integrados
	ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones
40	LAPS	Procedimiento de Acceso de Enlace – SDH
	LCAS	Esquema de Ajuste de Capacidad de Enlace
	LUT	Tabla de Búsqueda
	PhyMode	Modo físico usado por modulación adaptativa
	PDH	Jerarquía Digital Plesiócrona
45	PPP	Protocolo Punto a Punto
	SDH	Jerarquía Digital Síncrona
	SONET	Red Óptica Síncrona
	TDM	Multiplexación en el Dominio del Tiempo
	VCAT	Concatenación Virtual
50	VCG	Grupo de Concatenación Virtual
	VoIP	Voz sobre IP
	XPIC	Cancelación de Interferencia de Polarización Cruzada

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una entidad de red (10) para agrupar tráfico en una red de comunicación sobre una conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces de salida (1 ... L), dicho tráfico que comprende una pluralidad de secuencias de entrada (1 ... S+1 ... S+A), cada secuencia de entrada que transporta bloques de símbolos, la entidad de red que además comprende un programador (100) para asociación, para todos los bloques de símbolos que van a ser transmitidos durante un intervalo de tiempo predeterminado, de cada uno de dichos bloques de símbolos a ser transmitidos con un enlace de salida correspondiente según una correspondencia uno a uno, en donde al menos uno entre dichos enlaces de salida (1 ... L) y dichas secuencias de entrada (1 ... S+1 ... S+A) tiene características que varían, y dicho programador está dispuesto para adaptarse a dichas características que varían; y
- 10 está **caracterizada por**
las características que varían que se reciben por la entidad de red (10) desde otra entidad de red (10) o un administrador de red.
- 15 2. La entidad de red (10) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el programador está dispuesto para determinar la correspondencia uno a uno por medio de un algoritmo en forma de parámetros de algoritmo.
- 20 3. La entidad de red (10) según la reivindicación 2, en donde dichos parámetros de algoritmo comprenden dichas características que varían de al menos uno de dichos enlaces de salida (1 ... L) y secuencias de entrada (1 ... S+1 ... S+A).
- 25 4. La entidad de red (10) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho programador (100) para asociación según dicha correspondencia uno a uno además comprende una memoria para almacenar dicha correspondencia uno a uno y en donde al menos una parte de la correspondencia uno a uno almacenada se transmite a la entidad de red (10) anterior al almacenamiento.
- 30 5. La entidad de red (10) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que además comprende:
un multiplexor para producir una secuencia de servicio a partir de la secuencia de entrada;
un demultiplexor para distribuir la secuencia de servicio a los enlaces de salida, en donde
dicho multiplexor y dicho demultiplexor están adaptados para ser operados según dicha correspondencia uno a uno.
- 35 6. La entidad de red (10) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dichas secuencias de entrada comprenden al menos una secuencia de entrada de velocidad de datos constante (1 ... S) y al menos una secuencia de entrada de velocidad de datos no constante (S+1).
- 40 7. La entidad de red (10) según la reivindicación 6, en donde la suma de bloques de símbolos de dicha al menos una secuencia de entrada de velocidad de datos no constante (S+1) está adaptada según la diferencia entre la suma de bloques de símbolos de dichos enlaces de salida (1 ... L) y la suma de los bloques de símbolos de dichas secuencias de entrada de velocidad constante (1 ... S).
- 45 8. La entidad de red (10) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde una o ambas de dichas secuencias de entrada y enlaces de salida están dispuestos en tramas de un protocolo de multiplexación por división en el tiempo.
- 50 9. La entidad de red (10) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la entidad de red comprende uno o ambos de un transmisor radio punto a punto y un receptor radio punto a punto.
- 55 10. Una entidad de red (20) para desagrupar tráfico en una red de comunicación desde una conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces de entrada (1 ... L) sobre una pluralidad de secuencias de salida (1 ... S'+1 ... S'+A'), cada enlace de entrada que transporta bloques de símbolos, la entidad de red que además comprende un programador para asociación, para todos los bloques de símbolos que se reciben durante un intervalo de tiempo predeterminado, de cada uno de dichos bloques de símbolos recibidos con una secuencia de salida correspondiente (1 ... S'+1 ... S'+A') según una correspondencia uno a uno, en donde al menos uno entre dichas secuencias de salida (1 ... S'+1 ... S'+A') y dichos enlaces de entrada (1 ... L) tiene características que varían, y dicho programador está dispuesto para adaptarse a dichas características que varían; y
- 60 está **caracterizado por**
las características que varían que se reciben por la entidad de red (10) desde otra entidad de red (10) o un administrador de red.
- 65 11. Un sistema para intercambiar tráfico en una red de comunicación sobre una conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces (1 ... L), el sistema que comprende:

5 una primera entidad de red para agrupar tráfico sobre dicha conexión definida, dicho tráfico que comprende una pluralidad de secuencias de entrada (1 ... S+1 ... S+A), cada una de dichas secuencias de entrada (1 ... S+1 ... S+A) que transporta bloques de símbolos, la primera entidad de red que además comprende un primer programador para asociación, para todos los bloques de símbolos que van a ser transmitidos durante un intervalo de tiempo predeterminado, de cada uno de dichos bloques de símbolos a ser transmitido con un enlace correspondiente según una primera correspondencia uno a uno;

10 una segunda entidad de red para desagrupar tráfico en dicha red de comunicación desde dicha conexión definida que comprende dicha pluralidad de enlaces (1 ... L') sobre una pluralidad de secuencias de salida (1 ... S'+1 ... S'+A'), cada uno de dichos enlaces (1 ... L') que transporta bloques de símbolos, la segunda entidad de red que además comprende un segundo programador para asociar, para todos los bloques de símbolos que se reciben durante un intervalo de tiempo predeterminado, cada uno de dichos bloques de símbolos recibidos con una secuencia de salida correspondiente (1 ... S'+1 ... S'+A') según una segunda correspondencia uno a uno,

15 en donde al menos una entre dichas secuencias de salida (1 ... S+1 ... S+A) y dichos enlaces de entrada (1 ... L) tiene características que varían, y dicho programador está dispuesto para adaptarse a dichas características que varían; y

caracterizador por
las características que varían que se reciben por la entidad de red (10) desde otra entidad de red (10) o un administrador de red.

20 **12.** Un método para agrupar tráfico en una red de comunicación sobre una conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces de salida (1 ... L), dicho tráfico que comprende una pluralidad de secuencias de entrada (1 ... S + 1 ... S+A), cada secuencia de entrada que transporta bloques de símbolos, el método que comprende el paso de asociación, en una entidad de red, para todos los bloques de símbolos que van a ser transmitidos durante un intervalo de tiempo predeterminado, de cada uno de dichos bloques de símbolos a ser transmitidos con un enlace de salida correspondiente según una correspondencia uno a uno,

25 en donde al menos uno entre dichos enlaces de salida (1 ... L) y dichas secuencias de entrada (1 ... S + 1 ... S+A) tiene características que varían, y dicho paso de asociación adapta a dichas características que varían,

caracterizador por
30 las características que varían que se reciben de otras entidades de red (10) o un administrador de red.

35 **13.** Un método para desagrupar tráfico en una red de comunicación desde una conexión definida que comprende una pluralidad de enlaces de entrada (1 ... L') sobre una pluralidad de secuencias de salida (1 ... S'+1 ... S'+A'), cada enlace de entrada que transporta bloques de símbolos, el método que comprende el paso de asociación, en una entidad de red, para todos los bloques de símbolos que se reciben durante un intervalo de tiempo predeterminado, de cada uno de dichos bloques de símbolos recibidos con una secuencia de salida correspondiente (1 ... S'+1 ... S'+A') según una correspondencia uno a uno,

40 en donde al menos una entre dichas secuencias de salida (1 ... S + 1 ... S+A) y dichos enlaces de entrada (1 ... L) tiene características que varían, y dicho paso de asociación adapta a dichas características que varían,

caracterizador por
las características que varían que se reciben de otras entidades de red (10) o un administrador de red.

45 **14.** Un producto de programa de ordenador que comprende partes de programa dispuestas para conducir el método de una o ambas reivindicaciones 12 y 13 cuando se ejecuta en un procesador programable.

Fig. 1

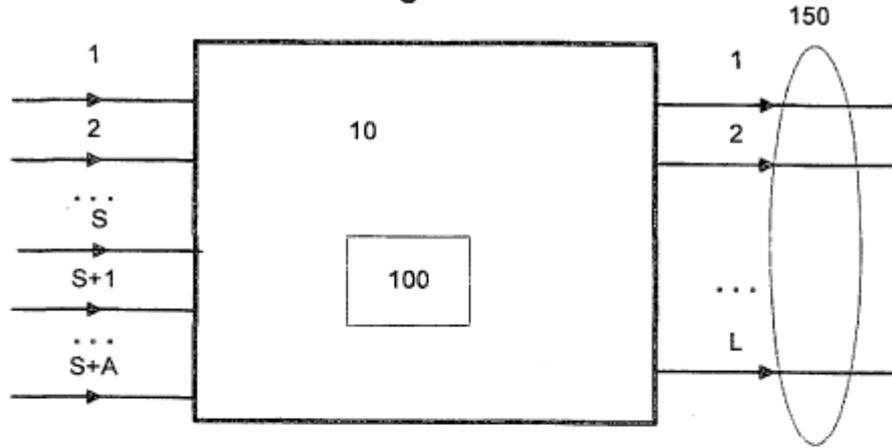
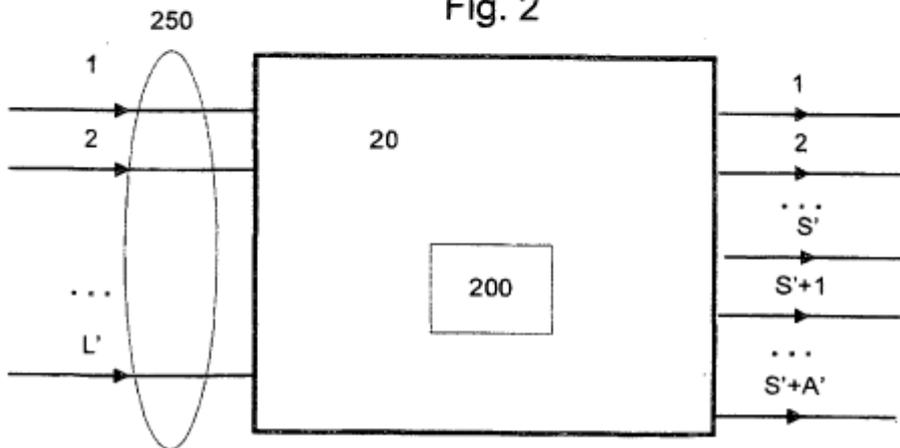


Fig. 2



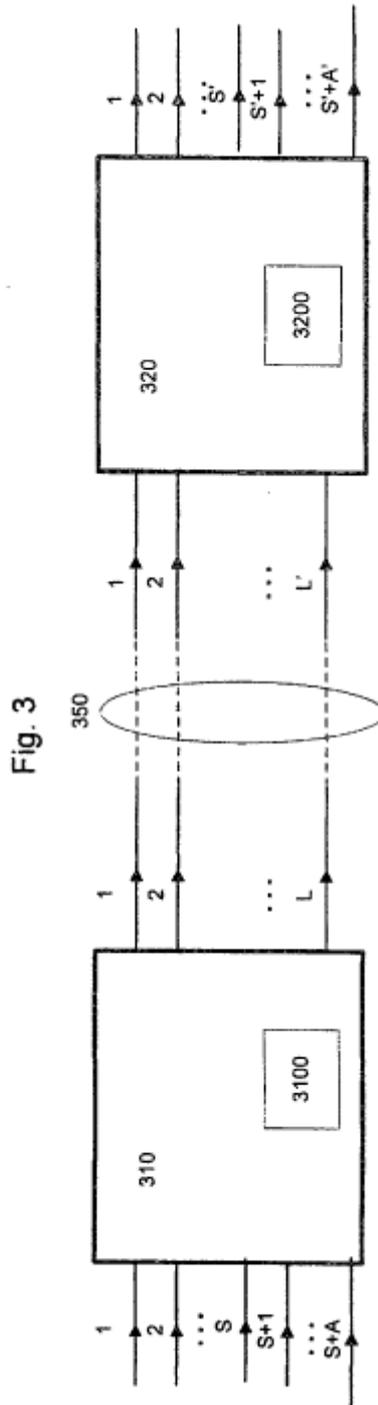


Fig. 4

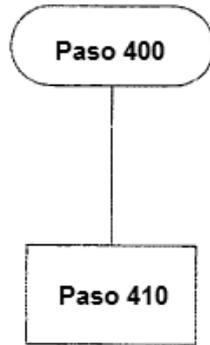


Fig. 5

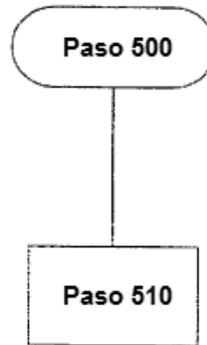


Fig. 6

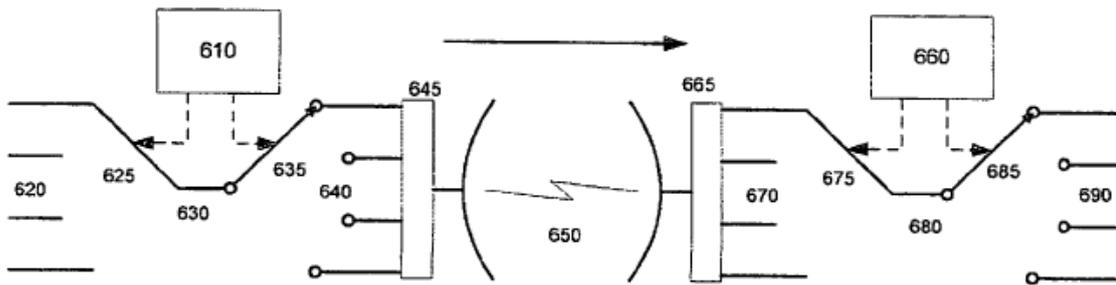


Fig. 7

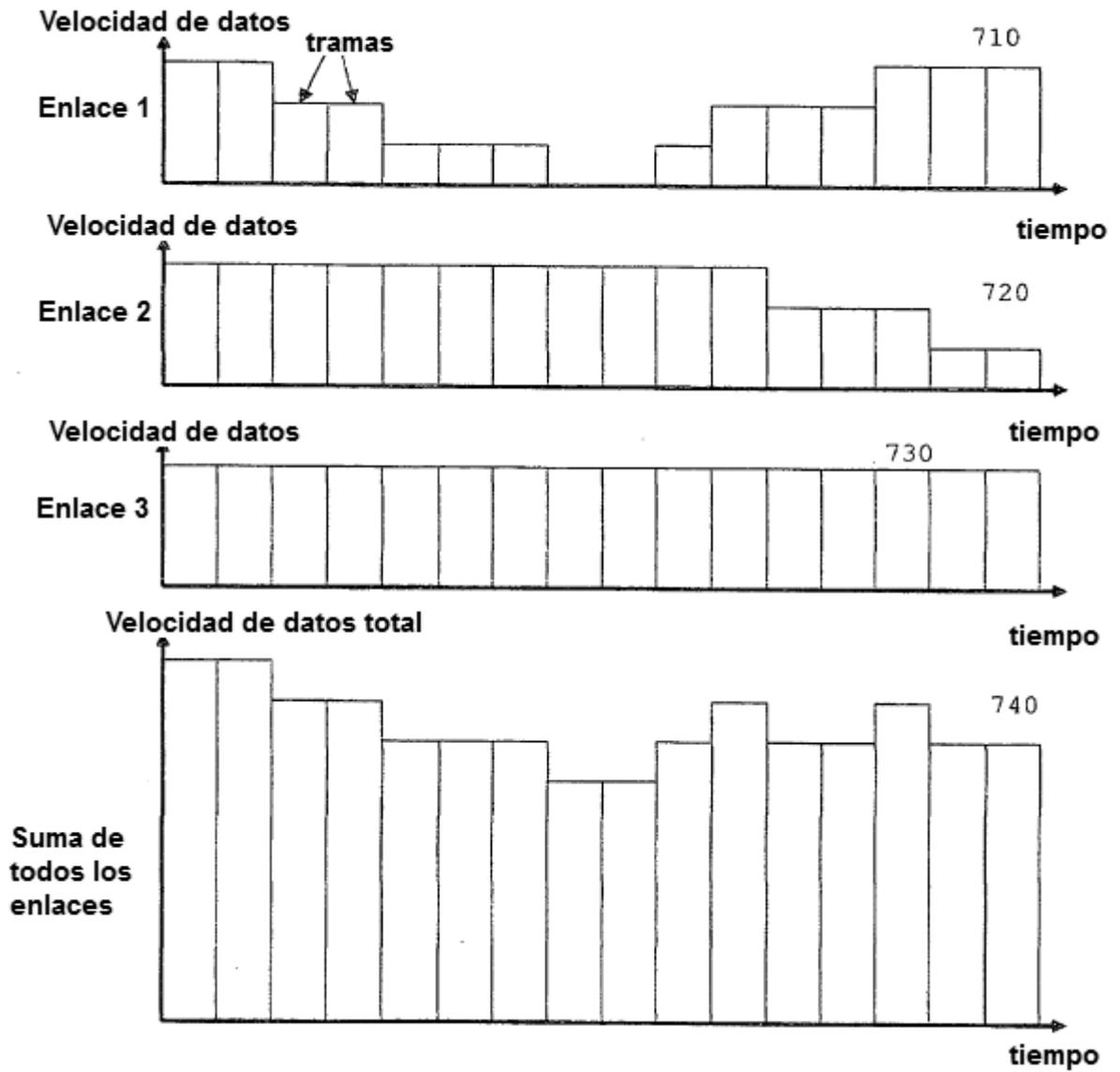


Fig. 8

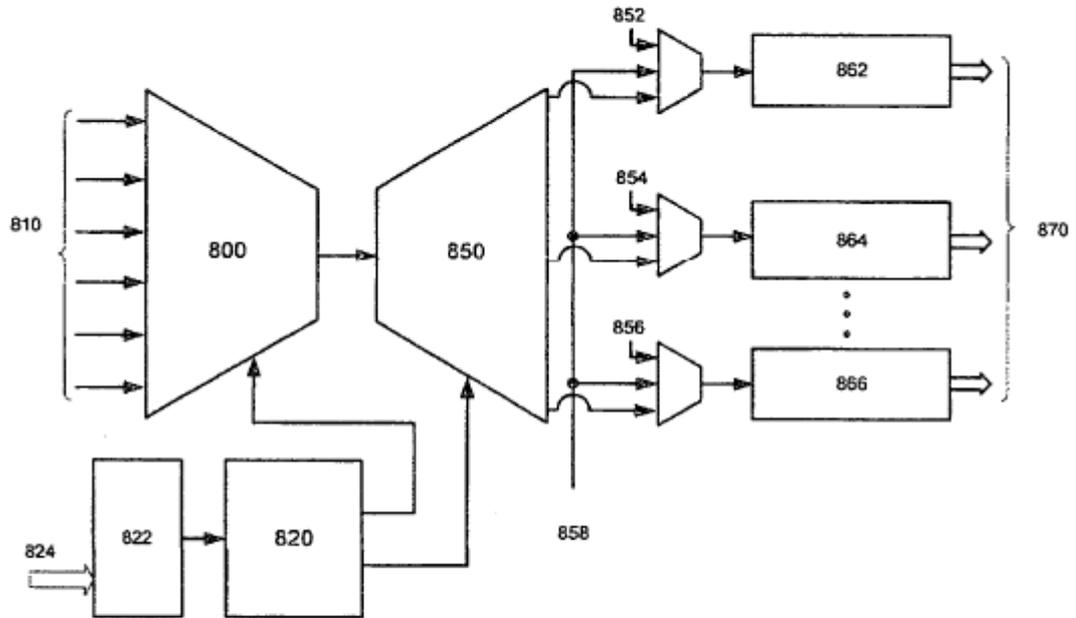


Fig. 9

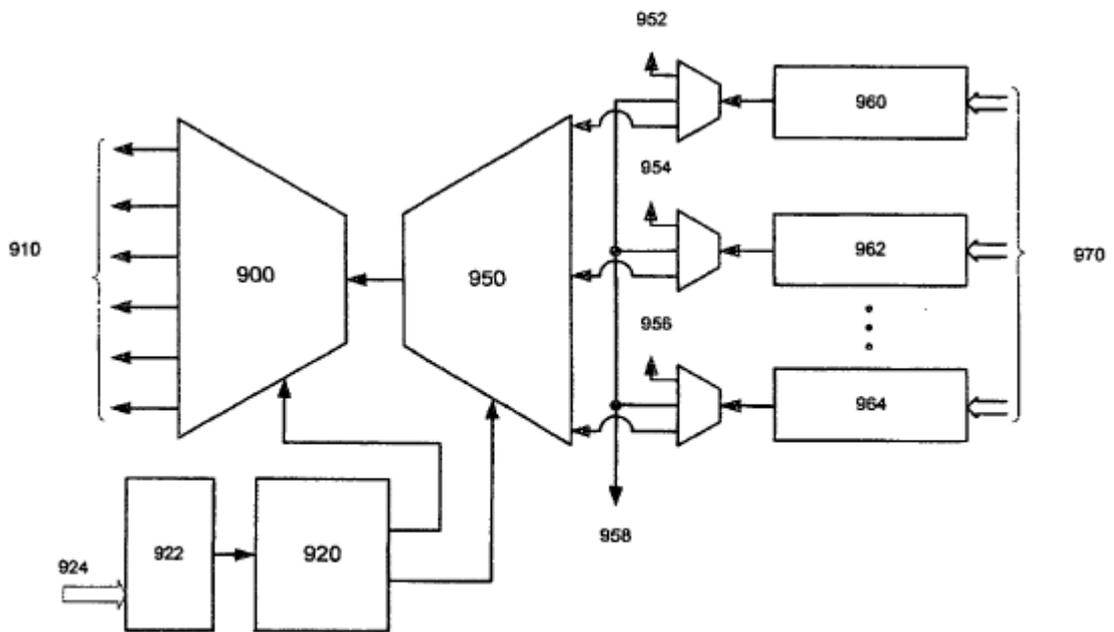


Fig. 10

Índice	Id Servicio	Id Enlace
1	1	1
2	1	1
3	2	2
4	3	2
5	4	3
6	1	1
7	1	1
8	2	2
9	3	2
10	4	3
11	1	4
12	1	1
13	2	2
•	•	•
•	•	•
•	•	•
V-2	1	1
V-1	3	1
V	4	3

Fig. 11

Índice	Id Servicio	Id Enlace	#Octetos
1	1	1	2
2	1	1	2
3	2	2	2
4	3	2	2
5	4	3	2
6	1	1	2
7	1	1	2
8	2	2	1
9	3	2	2
10	4	3	2
11	1	4	2
12	1	1	2
13	2	2	2
•	•	•	•
•	•	•	•
•	•	•	•
V-2	1	1	2
V-1	3	1	2
V	4	3	1

Fig. 12

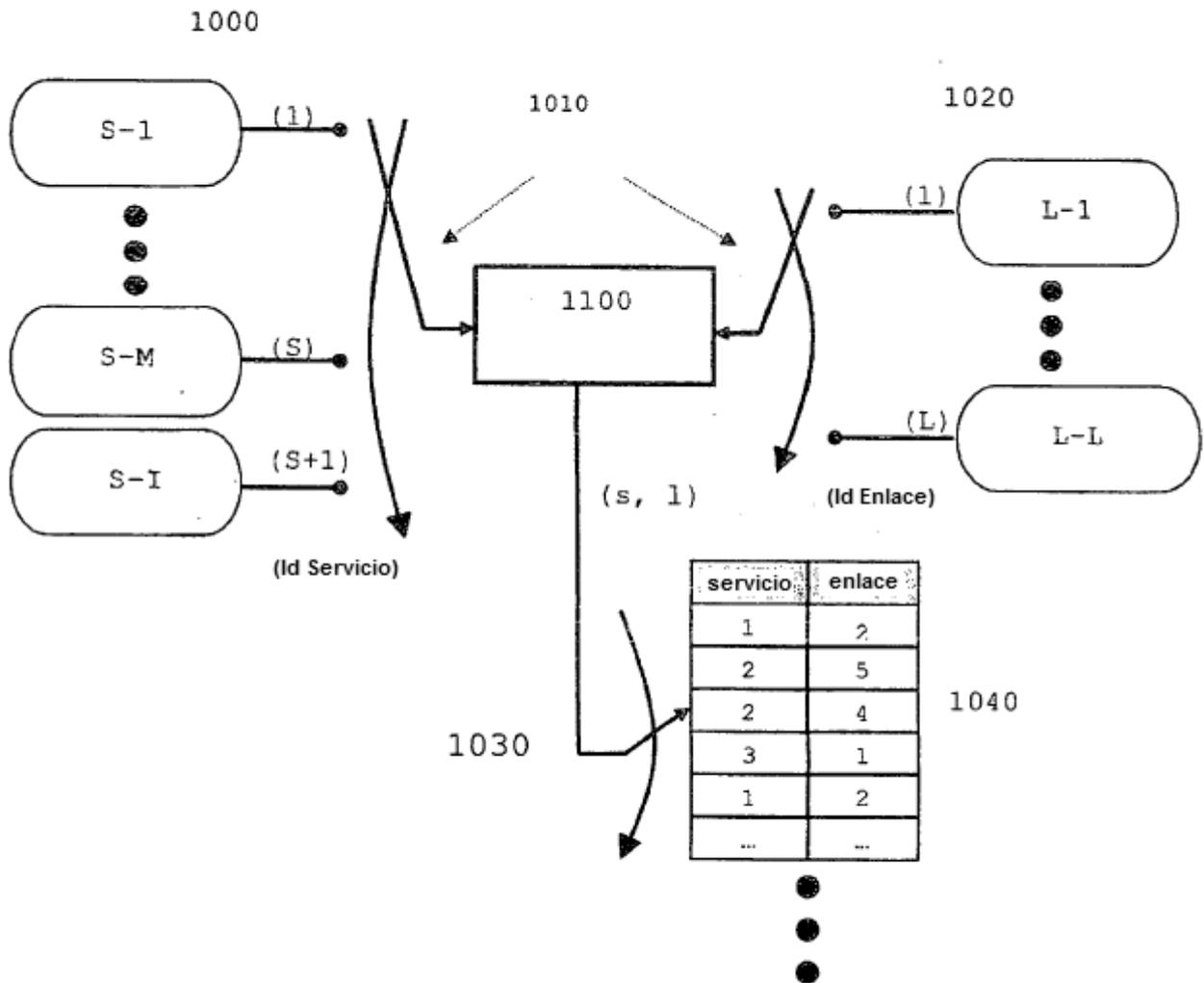


Fig. 13A

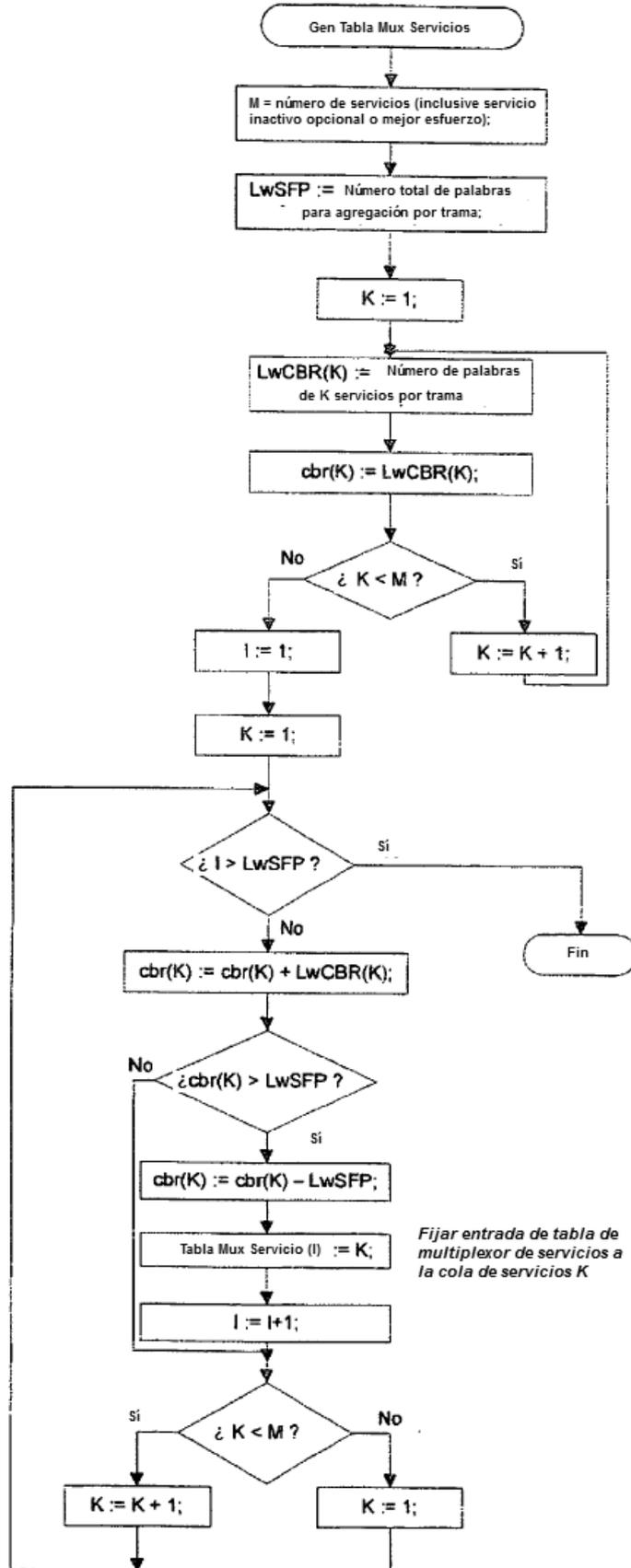


Fig. 13B

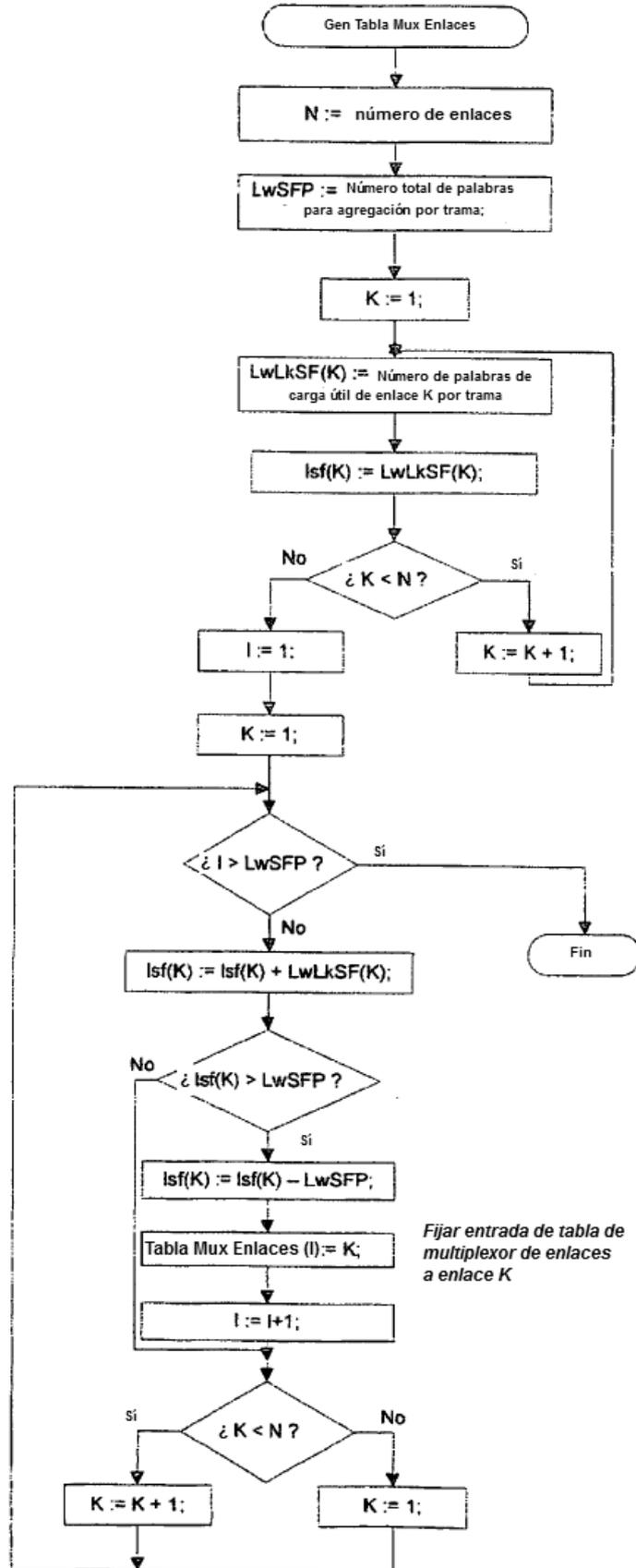


Fig. 14A

Ejemplo A: Generar Tabla Mux Servicios

Vuelta	entrada		Operaciones	Tabla de Mux de Servicios	salida	
	I	K			I	K
1	1	1	$cbr(1) := 6 + 6 = 12 \geq LwSFP (!)$ $cbr(1) := 12 - 8 = 4$	Tabla Mux Servicios(1) := 1	2	2
2	2	2	$cbr(2) := 2 + 2 = 4 < LwSFP$	-	2	1
3	2	1	$cbr(1) := 4 + 6 = 10 \geq LwSFP (!)$ $cbr(1) := 10 - 8 = 2$	Tabla Mux Servicios(2) := 1	3	2
4	3	2	$cbr(2) := 4 + 2 = 6 < LwSFP$	-	3	1
5	3	1	$cbr(1) := 2 + 6 = 8 \geq LwSFP (!)$ $cbr(1) := 8 - 8 = 0$	Tabla Mux Servicios(3) := 1	4	2
6	4	2	$cbr(2) := 6 + 2 = 8 \geq LwSFP (!)$ $cbr(2) := 8 - 8 = 0$	Tabla Mux Servicios(4) := 2	5	1
7	5	1	$cbr(1) := 0 + 6 = 6 < LwSFP$	-	5	2
8	5	2	$cbr(2) := 0 + 2 = 2 < LwSFP (!)$	-	5	1
9	6	1	$cbr(1) := 6 + 6 = 12 \geq LwSFP (!)$ $cbr(1) := 12 - 8 = 4$	Tabla Mux Servicios(5) := 1	6	2
10	6	2	$cbr(2) := 2 + 2 = 4 < LwSFP$	-	6	1
11	6	1	$cbr(1) := 4 + 6 = 10 \geq LwSFP (!)$ $cbr(1) := 10 - 8 = 2$	Tabla Mux Servicios(6) := 1	7	2
12	7	2	$cbr(2) := 4 + 2 = 6 < LwSFP$	-	7	1
13	7	1	$cbr(1) := 2 + 6 = 8 \geq LwSFP (!)$ $cbr(1) := 8 - 8 = 0$	Tabla Mux Servicios(7) := 1	8	2
14	8	2	$cbr(2) := 6 + 2 = 8 \geq LwSFP (!)$ $cbr(2) := 8 - 8 = 0$	Tabla Mux Servicios(8) := 2	9	1

→ Fin

Fig. 14B

Ejemplo A: Generar Tabla de Mux de Enlaces

Vuelta	entrada		Operaciones	Tabla Mux Enlaces	salida	
	I	K			I	K
1	1	1	Isf(1) := 2 + 2 = 4 < LwSFP Isf(1) := 12 - 8 = 4	-	1	2
2	1	2	Isf(2) := 5 + 5 = 10 ≥ LwSFP (!) Isf(2) := 10 - 8 = 2	Tabla Mux Enlaces(1) := 2	2	3
3	2	3	Isf(3) := 1 + 1 = 2 < LwSFP	-	2	1
4	2	1	Isf(1) := 4 + 2 = 6 < LwSFP	-	2	2
5	2	2	Isf(2) := 2 + 5 = 7 < LwSFP	-	2	3
6	2	3	Isf(3) := 2 + 1 = 3 < LwSFP	-	2	1
7	2	1	Isf(1) := 6 + 2 = 8 ≥ LwSFP (!) Isf(1) := 8 - 8 = 0	Tabla Mux Enlaces(2) := 1	3	2
8	3	2	Isf(2) := 7 + 5 = 12 ≥ LwSFP (!) Isf(2) := 12 - 8 = 4	Tabla Mux Enlaces(3) := 2	4	3
9	4	3	Isf(3) := 3 + 1 = 4 < LwSFP	-	4	1
10	4	1	Isf(1) := 0 + 2 = 2 < LwSFP	-	4	2
11	4	2	Isf(2) := 4 + 5 = 9 ≥ LwSFP (!) Isf(2) := 9 - 8 = 1	Tabla Mux Enlaces(4) := 2	5	3
12	5	3	Isf(3) := 4 + 1 = 5 < LwSFP	-	5	1
13	5	1	Isf(1) := 2 + 2 = 4 < LwSFP	-	5	2
14	5	2	Isf(2) := 1 + 5 = 6 < LwSFP	-	5	3
15	5	3	Isf(3) := 5 + 1 = 6 < LwSFP	-	5	1
16	5	1	Isf(1) := 4 + 2 = 6 < LwSFP	-	5	2
17	5	2	Isf(2) := 6 + 5 = 11 ≥ LwSFP (!) Isf(2) := 11 - 8 = 3	Tabla Mux Enlaces(5) := 2	6	3
18	5	3	Isf(3) := 6 + 1 = 7 < LwSFP	-	6	1
19	5	1	Isf(1) := 6 + 2 = 8 ≥ LwSFP (!) Isf(1) := 8 - 8 = 0	Tabla Mux Enlaces(6) := 1	7	2
20	5	2	Isf(2) := 7 + 5 = 12 ≥ LwSFP (!) Isf(2) := 12 - 8 = 4	Tabla Mux Enlaces(7) := 2	8	3
21	8	3	Isf(2) := 7 + 1 = 8 ≥ LwSFP (!) Isf(2) := 8 - 8 = 0	Tabla Mux Enlaces(8) := 3	9	1

Fin

Fig. 15A

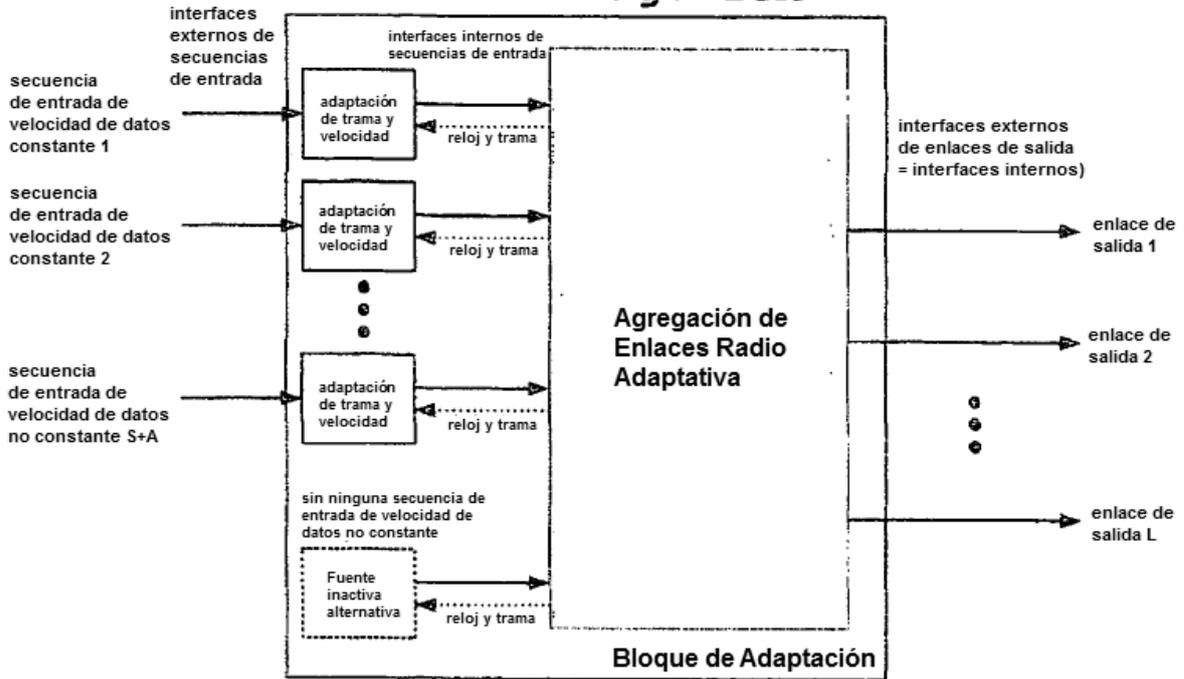


Fig. 15B

