

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 932**

51 Int. Cl.:

H04B 10/20 (2006.01)

H04J 14/08 (2006.01)

H04J 3/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2004** **E 04762186 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2012** **EP 1722493**

54 Título: **Un método, equipo y sistema para comunicación óptica**

30 Prioridad:

15.01.2004 CN 200410003052

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.02.2013

73 Titular/es:

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building Bantian
Longgang District
Shenzhen, Guangdong Province 518129, CN

72 Inventor/es:

LI, WEISHIHUAWEI ;
XIONG, QIANJINHUAWEI ;
LUO, JUNHUAWEI ;
CHANG, TIANHAIHUAWEI ;
XIAO, DIANJUNHUAWEI ;
JIN, YUZHIHUAWEI y
ZHANG, NAISHENGHUAWEI

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 395 932 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

Un método, equipo y sistema para comunicación óptica

5 CAMPO DE LA TECNOLOGÍA

La presente invención se refiere a tecnologías de comunicación óptica y más en particular, a un método de transmisión de datos, un aparato de multiplexación/demultiplexación y un sistema de comunicación óptica utilizando los aparatos aplicables a una Red de Área Metropolitana (MAN).

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La jerarquía digital síncrona (SDH) es una jerarquía de comunicación digital en los sistemas de comunicación de fibras ópticas y una norma internacional oficialmente recomendada por el Sector de Normalización de Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T) en 1998. SDH es, al a vez, un principio de gestión de redes y un método de multiplexación. En función de la jerarquía SDH, se puede construir una red de telecomunicaciones flexible, fiable y susceptible de control a distancia a escala nacional e incluso a escala mundial. Esta red puede facilitar la prestación de nuevos servicios, al mismo tiempo que los equipos producidos por diferentes fabricantes son compatibles entre sí.

20

No se dispone de una norma internacional unificada para sistemas de comunicación óptica anteriores y diferentes países han desarrollado diferentes sistemas, respectivamente, que se refieren como Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH). En consecuencia, la tasa de transmisión de señales, el tipo de códigos de líneas, las normas de interfaz y las arquitecturas adoptadas por diferentes países son distintos. Y resulta imposible poner en práctica dispositivos compatibles producidos por diferentes fabricantes o su gestión de red directa en líneas ópticas, lo que da lugar a problemas técnicos y a un aumento de los costes de explotación.

25

La jerarquía SDH emerge para superar los inconvenientes de PDH, de modo que sea posible configurar los sistemas y dispositivos requeridos por las futuras redes de comunicaciones en un modo perfecto. SDH tiene las principales características siguientes:

30

1. SDH unifica la tasa de transmisión de señales de varios niveles en la jerarquía a escala mundial. La tasa de transmisión definida por SDH es $N \times 155,520$ Mb/s en donde Mb/s representa los Megabits transmitidos por segundo, el bit es una unidad de medida de información y $N = 1, 4, 16, 64 \dots$ Los formatos de transmisión más frecuentes incluyen STM-1, STM-4, STM-16 y STM-64 que corresponden a las clases de tasas de transmisión de 155 Mb/s, 622 Mb/s, 2,5 Gb/s y 10 Gb/s, respectivamente, en donde Gb/s representa los Gigabits transmitidos por segundo.
2. SDH simplifica la técnica de multiplexación y de demultiplexación. SDH es capaz de la multiplexación directa de una señal con una tasa de transmisión de 2 Mb/s en una señal con una tasa de transmisión de 140 Mb/s o directamente efectuar la demultiplexación de una señal con una tasa de transmisión de 140 Mb/s, sin la necesidad de una demultiplexación clase por clase. De este modo, se simplifica la técnica de multiplexación y de demultiplexación, lo que facilita la carga o descarga de las señales de diferentes tasas de transmisión en las líneas y mejora la flexibilidad y fiabilidad de la red de comunicaciones.
3. SDH define una norma universal, a escala mundial, de interfaz óptica, de modo que los dispositivos producidos por diferentes fabricantes puedan interaccionar entre sí en conformidad con la norma de interfaz unificada, lo que ahorra costes de la red.
4. En el formato de tramas para la transmisión, se reservan más bits redundantes para la gestión y control de la red, lo que mejora, en gran medida, la capacidad de la red para detectar fallos operativos y para supervisar el rendimiento de la transmisión.

35

40

45

50

SDH se suele utilizar en comunicaciones de fibras ópticas y con el fin de ahorrar recursos de fibras ópticas y para reducir los costes, SDH se suele utilizar en combinación con un sistema de Multiplexación de División por Longitudes de Onda (WDM). Dicho de otro modo, múltiples señales ópticas de longitud de onda única que transmiten servicios se combinan mediante un sistema WDM para la transmisión en una sola fibra óptica.

55

Según se ilustra en la Figura 1, en un sistema WDM típico, se reciben múltiples señales a través de una pluralidad de Unidades de Transpondedor Óptico (OTU). Cada señal se convierte en una onda óptica de longitud de onda única por una unidad OTU y se transmiten en el formato de SDH u otro formato; la onda óptica de longitud de onda única, después de su conversión, se aplica a un multiplexor/demultiplexor de ondas desde cada unidad OTU para efectuar la combinación de ondas y se transmite a través de una fibra óptica al multiplexor/demultiplexor de ondas del nodo de destino; el multiplexor/demultiplexor de ondas del nodo de destino realiza la separación de ondas para la señal óptica de múltiples longitudes de onda recibida y adquiere múltiples señales ópticas de longitud de onda única; cada señal óptica de longitud de onda única adquirida se convierte, a continuación, mediante una unidad OTU, en una señal eléctrica de

60

65

SDH u otro formato de transmisión y es objeto de salida después del procesamiento al dispositivo en el lado del cliente. Amplificadores ópticos (OA) se pueden configurar, en la línea de transmisión, para amplificar la señal óptica.

Mediante este método de multiplexación de señales ópticas de longitud de onda única en una sola fibra óptica para su transmisión, el sistema de WDM realiza la transmisión de datos con una gran capacidad. Éste es el motivo por el que la técnica WDM se suele adoptar en la construcción de elementos troncales de redes de área metropolitana o de área amplia. En algunas áreas metropolitanas de gran amplitud, el margen de transmisión de una red de área metropolitana estará en 300 kilómetros o una magnitud similar. Actualmente, en el elemento troncal de WDM de una red de área metropolitana, la clase de tasa de transmisión de una señal óptica de longitud de onda única suele ser de 2,5 Gb/s o 10 Gb/s.

En aplicaciones prácticas, sin embargo, la tasa de transmisión frecuentemente adoptada de la señal óptica de longitud de onda única actualmente, es decir, una tasa de transmisión de 2,5 Gb/s o 10 Gb/s no es una elección óptima para la tasa de transmisión de una red de área metropolitana.

Los principales motivos que dan lugar a esta situación incluyen: por un lado, aunque la admisión de dispersión cromática de una señal óptica de clase de tasa de transmisión de 2,5 Mb/s es grande, su requerimiento para una relación de Señal a Ruido Óptica (OSNR) es bajo y su margen de transmisión es amplio, existiendo todavía los inconvenientes de baja tasa de transmisión y baja eficiencia de uso de la longitud de onda; por otro lado, aunque la eficiencia de uso de la longitud de onda de la señal óptica de clase de tasa de transmisión de 10 Mb/s es alta, su admisión de dispersión cromática es demasiado baja y su requerimiento sobre OSNR es riguroso.

Por ejemplo, cuando se utiliza la fibra óptica G.652 estándar, en términos de la señal de clase de tasa de transmisión de 2,5 Gb/s, el requerimiento del receptor para OSNR es de aproximadamente 20 dB y el margen de transmisión está limitado por la dispersión cromática en aproximadamente 960 kilómetros. En términos de servicio de clase de tasa de transmisión de 10 Gb/s, el requerimiento del receptor para OSNR es de aproximadamente 26 dB y el margen de transmisión está limitado por la dispersión en aproximadamente 60 kilómetros. Se deduce de lo anterior que las señales de transmisión del sistema de comunicación óptica, en estas dos tasas de transmisión, no son adecuadas para los nodos de la red de área metropolitana cuyo margen de transmisión es menor que 300 kilómetros.

El documento WO 02/45297 da a conocer un subsistema transmisor que genera una señal óptica que contiene múltiples sub-bandas de información. Las sub-bandas tienen diferentes polarizaciones. Un combinador óptico combina, de forma óptica, las señales ópticas en una señal óptica compuesta para su transmisión a través de una fibra óptica. Una fibra óptica selecciona la banda lateral óptica superior de una señal óptica y la banda lateral óptica inferior de otra señal óptica para generar una señal óptica compuesta. La finalidad del documento WO 02/45297 es utilizar completamente el ancho de banda disponible de las fibras ópticas y no está orientado a los problemas anteriormente descritos.

SUMARIO DE LA INVENCION

La presente invención da a conocer un método para la transmisión de señales ópticas, aplicable a redes de área metropolitana (MAN) y un aparato para la multiplexación/demultiplexación de múltiples señales de servicio en una red de comunicación óptica con el fin de realizar la multiplexación de múltiples señales de tasa de transmisión relativamente baja en señales de la clase de transmisión adecuada para la transmisión de red de área metropolitana MAN para satisfacer la demanda de comunicaciones de MAN.

Además, la presente invención da a conocer un sistema de comunicación óptica capaz de utilizar la red de fibras ópticas existentes para satisfacer la demanda de comunicaciones de MAN.

La presente invención da a conocer un aparato de multiplexación para una Red de Área Metropolitana, que incluye:

dos módulos de transmisión de datos de 2,5 Gb/s;

un módulo de conversión de bus y de intercalación;

un módulo de multiplexación y

un módulo de transmisión óptica, en donde

el módulo de transmisión de datos de 2,5 Gb/s comprende dos transceptores ópticos de GE (60), dos módulos de interfaz de capa física de GE (50) y un módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico (40, 40') , en donde

los transceptores ópticos de GE (60) están adaptados para convertir una señal óptica de servicio de GE aplicada a la entrada desde el exterior en una señal eléctrica serie de capa física de GE y para proporcionar, a la salida, la señal eléctrica serie de capa física de GE al módulo de interfaz de capa física de GE (50);

el módulo de interfaz de capa física de GE (50) está adaptado para convertir la señal eléctrica serie de capa física de GE desde el transceptor óptico de GE (60) en una señal eléctrica de capa física de GE conforme con una interfaz independiente de los medios de gigabits;

5 y proporcionar, a la salida, la señal eléctrica de capa física de GE al módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico (40, 40') y

10 el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico (40, 40') está adaptado para realizar la encapsulación y mapeado de dos señales eléctricas de capa física de GE desde el módulo de interfaz de capa física de GE (50), para convertir las dos señales eléctricas de capa física de GE en una señal eléctrica en paralelo con una tasa de transmisión total de 2,5 Gb/s y proporcionar, a la salida, la señal eléctrica en paralelo convertida al módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30');

15 el módulo de conversión de bus y de intercalación se utiliza para convertir dos grupos de señales eléctricas en paralelo en un solo grupo de señales eléctricas en paralelo con una tasa de transmisión total aproximada de 5 Gb/s y proporcionar, a la salida, las señales eléctricas al módulo de multiplexación;

20 el módulo de multiplexación se utiliza para convertir el grupo a la entrada de señales eléctricas en paralelo con una tasa de transmisión total aproximada de 5 Gb/s a una señal eléctrica serie con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s y proporcionar, a la salida, la señal eléctrica serie con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s al módulo de transmisión óptica;

25 el módulo de transmisión óptica se utiliza para convertir la señal eléctrica serie, con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s desde el módulo de multiplexación, en una señal óptica con la misma tasa de transmisión y proporcionar, a la salida, la señal óptica para una fibra óptica de transmisión.

La presente invención da a conocer un aparato de multiplexación para una Red de Área Metropolitana, que incluye:

30 dos módulos de transmisión de datos de 2,5 Gb/s;

un módulo de conversión de bus y de intercalación;

un módulo de multiplexación y

35 un módulo de transmisión óptica, en donde

el módulo de transmisión de datos de 2,5 Gb/s comprende un módulo de recepción óptica STM-16 y un módulo de procesamiento de señales STM-16;

40 el módulo de recepción óptica STM-16 se utiliza para convertir la señal óptica STM-16 aplicada externamente a la entrada en una señal eléctrica de servicio y para transmitir la señal al módulo de procesamiento de señales STM-16;

45 el módulo de procesamiento de señales STM-16 se utiliza para realizar la alineación de tramas y el procesamiento de cargas para la señal eléctrica recibida desde el módulo de recepción óptica STM-16, para generar un grupo de señales en paralelo con una tasa de transmisión total de 2,5 Gb/s y proporcionar, a la salida, las señales al módulo de conversión de bus y de intercalación;

50 el módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') está adaptado para convertir dos grupos de señales eléctricas en paralelo en un solo grupo de señales eléctricas en paralelo con una tasa de transmisión total aproximada de 5 Gb/s y proporcionar, a la salida, las señales eléctricas al módulo de multiplexación (22);

55 el módulo de multiplexación (22) está adaptado para convertir el grupo de señales eléctricas en paralelo a la entrada, con una tasa de transmisión total aproximada de 5 Gb/s a una señal eléctrica serie con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s y proporcionar, a la salida, la señal eléctrica serie con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s al módulo de transmisión óptica (12);

60 el módulo de transmisión óptica (12) está adaptado para convertir la señal eléctrica serie con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s desde el módulo de multiplexación (22) en una señal óptica con la misma tasa de transmisión y proporcionar, a la salida, la señal óptica a una fibra óptica de transmisión.

La presente invención da a conocer, además, un aparato de demultiplexación para una Red de Área Metropolitana, cuyo aparato incluye:

65 un módulo de recepción óptica;

un módulo de extracción de señal de reloj y recuperación de datos + demultiplexación (CDR+DEMUX) y

un módulo de conversión de bus y de intercalación;

dos módulos de transmisión de datos de 2,5 Gb/s; en donde

5 el módulo de recepción óptica se utiliza para convertir una señal óptica externamente aplicada a la entrada con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s en una señal eléctrica y proporcionar, a la salida, la señal eléctrica al módulo CDR+DEMUX;

10 el módulo CDR+DEMUX se utiliza para realizar la extracción de la señal de reloj, la recuperación de datos, la demultiplexación de señales y la conversión de serie/paralelo de la señal eléctrica procedente del módulo de recepción óptica, para generar un grupo de señales en paralelo con una tasa de transmisión total de aproximadamente 5 Gb/s y proporcionar, a la salida, las señales en paralelo al módulo de conversión de bus y de intercalación;

15 el módulo de conversión de bus y de intercalación se utiliza para convertir el grupo de señales paralelas con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s proporcionadas a la salida desde el módulo de CDR+DEMUX en dos grupos de señales en paralelo de baja tasa de transmisión y proporcionar, a la salida, las señales de tasa de transmisión baja;

20 el módulo de transmisión de datos de 2,5 Gb/s comprende: un módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico (40, 40'), dos módulos de interfaz de capa física de GE (50) y dos transceptores ópticos de GE (60); en donde

25 el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico (40, 40') está adaptado para realizar la búsqueda de tramas, la función de mapeado y la función de desencapsulación del grupo de señales en paralelo de baja tasa de transmisión desde el módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') y para proporcionar, a la salida, dos grupos de señales, respectivamente, a los dos módulos de interfaz de capa física de GE (50);

30 el módulo de interfaz de capa física de GE (50) está adaptado para convertir las señales de capa física de GE paralelas desde el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico (40, 40') en una señal serie de capa física de GE y proporcionar, a la salida, la señal serie al transceptor óptico de GE (60);

el transceptor óptico de GE (60) está adaptado para convertir la señal serie desde el módulo de interfaz de capa física de GE (50) en una señal óptica de la misma tasa de transmisión y proporcionar, a la salida, la señal óptica.

35 La presente invención da a conocer, además, un aparato de demultiplexación para una Red de Área Metropolitana incluyendo dicho aparato:

un módulo de recepción óptica;

40 un módulo de extracción de señal de reloj y recuperación de datos + demultiplexación (CDR+DEMUX) y

un módulo de conversión de bus y de intercalación;

dos módulos de transmisión de datos de 2,5 Gb/s; en donde

45 el módulo de recepción óptica se utiliza para convertir una señal óptica externamente aplicada a la entrada con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s en una señal eléctrica y proporcionar, a la salida, la señal eléctrica al módulo CDR+DEMUX;

50 el módulo CDR+DEMUX se utiliza para realizar la extracción de la señal de reloj, la recuperación de datos, la demultiplexación de señales y la conversión serie/paralelo de la señal eléctrica desde el módulo de recepción óptica, para generar un grupo de señales en paralelo con una tasa de transmisión total aproximada de 5 Gb/s y para proporcionar, a la salida, las señales en paralelo al módulo de conversión de bus y de intercalación;

55 el módulo de conversión de bus y de intercalación se utiliza para convertir el grupo de señales en paralelo con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s, objeto de salida desde el módulo CDR+DEMUX, en dos grupos de señales en paralelo de baja transmisión de datos y proporcionar, a la salida, las señales de baja transmisión de datos;

60 el módulo de transmisión de datos de 2,5 Gb/s incluye un módulo de procesamiento de señales STM-16 y un módulo de transmisión óptica STM-16;

el módulo de procesamiento de señales STM-16 se utiliza para realizar la alineación de tramas, el procesamiento de cargas y las operaciones de supervisión del rendimiento para un grupo de señales en paralelo de baja tasa de transmisión de datos procedentes del módulo de conversión de bus y de intercalación y para proporcionar, a la salida, las señales al módulo de transmisión óptica STM-16;

65

el módulo de transmisión óptica STM-16 se utiliza para convertir la señal eléctrica recibida desde el módulo de procesamiento de señales STM-16 en la señal óptica de la misma tasa de transmisión y para proporcionar, a la salida, la señal óptica.

- 5 La presente invención da a conocer un sistema de comunicación óptica para una Red de Área Metropolitana, que comprende el aparato de multiplexación y el aparato de demultiplexación anteriormente descritos.

Según puede deducirse de lo anteriormente descrito, es probable que resulten las siguientes ventajas operativas de la aplicación del método de transmisión de datos, los aparatos de multiplexación/demultiplexación y el sistema de comunicación óptica según la presente invención:

Puesto que el sistema de comunicación óptica, en conformidad con la presente invención, transmite la señal de longitud de onda única utilizando la clase de tasa de transmisión de 5 Gb/s, una pluralidad de señales de baja tasa de transmisión pueden ser objeto de multiplexación en señales cada una con una tasa de transmisión de 5 Gb/s mediante el aparato de multiplexación/demultiplexación y el método de transmisión de datos en conformidad con la presente invención. Puesto que el requerimiento de OSNR de una señal con una tasa de transmisión de 5 Gb/s es de aproximadamente 23 dB mientras que el margen de dispersión limitada es relativamente largo, esto es, aproximadamente 240 kilómetros, que pueden cubrir la red de área metropolitana MAN completa, en consecuencia, la solución en conformidad con la presente invención resuelve el problema de baja eficiencia de uso de la longitud de onda causada cuando se utilizan señales ópticas de 2,5 Gb/s y dobla la tasa de uso original de la longitud de onda mientras que el coste no aumenta en gran medida; por otro lado, el margen de dispersión limitada de 240 kilómetros puede cumplir básicamente la demanda de alcance de una red de área metropolitana MAN, lo que resuelve el problema de la más pequeña cobertura de alcance causada cuando se utilizan señales ópticas de 10 Gb/s.

25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es una vista esquemática que ilustra la estructura de un sistema de WDM típico;

La Figura 2 es un diagrama que ilustra la estructura de un dispositivo de multiplexación/demultiplexación de subtasas de transmisión, que adopta la intercalación de bits en conformidad con una forma de realización preferida de la presente invención;

La Figura 3 es una vista esquemática que ilustra el principio de transmisión de un módulo de conversión de bus e intercalación de bits en conformidad con una forma de realización preferida de la presente invención;

La Figura 4 es una vista esquemática que ilustra el principio de recepción de un módulo de conversión de bus y de intercalación de bits en conformidad con una forma de realización preferida de la presente invención;

La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra el ajuste de las señales y su control en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 6 es un diagrama que ilustra la estructura de un dispositivo de multiplexación/demultiplexación de subtasa de transmisión que adopta la intercalación de bytes en conformidad con otra forma de realización preferida de la presente invención;

La Figura 7 es una vista esquemática que ilustra la señal pulsatoria de tramas en conformidad con la presente invención;

La Figura 8 es una vista esquemática que ilustra el principio de transmisión de un módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes en conformidad con una forma de realización preferida de la presente invención;

La Figura 9 es una vista esquemática que ilustra el principio de recepción de un módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes en conformidad con una forma de realización preferida de la presente invención;

La Figura 10 es una vista esquemática que ilustra el principio de transmisión de un módulo de conversión de bus y de intercalación de bits en conformidad con otra forma de realización preferida de la presente invención;

La Figura 11 es una vista esquemática que ilustra el principio de recepción de un módulo de conversión de bus y de intercalación de bits en conformidad con otra forma de realización preferida de la presente invención;

La Figura 12 es una vista esquemática que ilustra el principio de transmisión de un módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes en conformidad con otra forma de realización preferida de la presente invención;

La Figura 13 es una vista esquemática que ilustra el principio de recepción de un módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes en conformidad con otra forma de realización preferida de la presente invención;

La Figura 14 es un diagrama que ilustra la estructura de un dispositivo de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión en conformidad con otra forma de realización preferida de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

5 A continuación se proporciona otra descripción detallada de la presente invención haciendo referencia a las formas de realización y a los dibujos adjuntos con el fin de hacer más evidentes los objetivos, la solución técnica y las ventajas de la presente invención.

10 En conformidad con la presente invención, un sistema de comunicación óptica, con una tasa de transmisión de longitud de onda única de 5 Gb/s, es más adecuado para construir una red de área metropolitana MAN. Con el fin de poner en práctica un sistema de comunicación óptica con una tasa de transmisión de longitud de onda única de 5 Gb/s, la presente invención da a conocer un método de multiplexación que realiza la multiplexación de múltiples señales de baja tasa de transmisión en una sola señal con una tasa de transmisión de 5 Gb/s así como un método de demultiplexación
15 que realiza la demultiplexación de una señal con la tasa de transmisión de 5 Gb/s en múltiples señales de baja tasa de transmisión. Las señales de baja tasa de transmisión, aquí citadas, pueden incluir señales de SDH con una tasa de transmisión de 2,5 Gb/s o inferior, señales de Ethernet, señales de conexión de sistemas de empresas, señales de conexión de fibras, señales de canales de fibras, etc.

20 Conviene señalar que, en conformidad con el método de la presente invención, la longitud de onda única anterior, con una tasa de transmisión de 5 Gb/s, se puede poner en práctica en múltiples formas. En una forma de realización preferida de la presente invención, cuatro señales de gigabit Ethernet (GE) son objeto de multiplexación en una sola señal con una tasa de transmisión de 5 Gb/s; en otra forma de realización preferida, dos señales SDH de 2,5 Gb/s son objeto de multiplexación en una sola señal de 5 Gb/s, con una tasa de transmisión exacta de $2,48832 \text{ Gbps} \times 2 =$
25 $4,97664 \text{ Gb/s}$ y en otra forma de realización preferida de la presente invención, cuando dos señales SDH de 2,5 Gb/s son objeto de multiplexación en una sola señal con una tasa de transmisión de 5 Gb/s, la codificación de corrección de errores en sentido directo (FEC) en función de RS (255, 239) se incorpora con la tasa de transmisión exacta de $5,332114 \text{ Gb/s}$. De este modo, la tasa de transmisión de 5 Gb/s aquí descrita cubre una gama de tasas de transmisión en torno a 5 Gb/s en lugar de referirse a la tasa de transmisión de 5 Gb/s exacta. Cuando se transfieren servicios en una fibra óptica G.652 con una tasa de transmisión de 5 Gb/s, el requerimiento de OSNR para la señal transferida es de aproximadamente 23 dB y el margen de dispersión limitada es de aproximadamente 240 kilómetros, que pueden cumplir el requisito de una red de área metropolitana MAN en cuanto a tasa de transmisión y escala.

30 Una descripción detallada del método de transmisión de datos, en conformidad con la presente invención, se proporcionará a continuación.

En una forma de realización de la presente invención, el método de transmisión de datos, en conformidad con la presente invención, comprende:

40 cuando se transmiten datos, la multiplexación y conversión de más de una señal de servicio de baja tasa de transmisión en una señal óptica con una tasa de transmisión de 5 Gb/s y transferir la señal óptica a un nodo de destino;

cuando se reciben datos, convertir la señal óptica recibida, con una tasa de transmisión de 5 Gb/s en una señal eléctrica y realizar la demultiplexación de la señal para obtener más de una señal de servicio de baja tasa de transmisión.

45 En la forma de realización preferida anterior, las señales de servicio de baja tasa de transmisión pueden incluir cuatro señales de GE o dos señales SDH con una tasa de transmisión de 2,5 Gb/s. Por medio del método anterior, cuatro señales de GE o dos señales SDH, con una tasa de transmisión de 2,5 Gb/s, pueden ser objeto de multiplexación directa en una sola señal con una tasa de transmisión de 5 Gb/s.

50 Además, la operación de multiplexación, en la Etapa anterior, se puede realizar utilizando la multiplexación intercalada de bits, la multiplexación intercalada de dos bits o la multiplexación intercalada de bytes. Conviene señalar que la presente forma de realización no limita el modo de multiplexación intercalada.

55 En otra forma de realización preferida de la presente invención, dos señales de GE son objeto de una primera convergencia en una señal SDH con una tasa de transmisión de 2,5 Gb/s, que, a continuación, son objeto de multiplexación en una sola señal de 5 Gb/s.

60 El método en conformidad con esta forma de realización de la invención, cuando se transmiten datos, comprende las etapas de:

A. Convertir más de una señal de servicio de baja tasa de transmisión en más de una trama de SDH de baja tasa de transmisión;

65 B. Efectuar la multiplexación de las de una trama SDH de baja tasa de transmisión obtenida en una señal con una tasa de transmisión de 5 Gb/s.

Cuando se reciben señales, el método de esta forma de realización comprende las etapas de:

- a. efectuar la demultiplexación de la señal de 5 Gb/s en más de una trama SDH de baja tasa de transmisión;
- b. convertir, en sentido inverso, las tramas SDH de baja tasa de transmisión obtenida en más de una señal de servicio de baja tasa de transmisión.

La operación de conversión en la Etapa A anterior comprende: operaciones de encapsulación, mapeado y formación de tramas; mientras que la conversión inversa de la Etapa b anterior comprende: búsqueda de tramas, demapeado y operaciones de desencapsulación.

Las operaciones de encapsulación y desencapsulación se pueden realizar utilizando el protocolo HDLC; las operaciones de mapeado y demapeado utilizan VC4-8C o VC4-8V y las operaciones de formación de tramas y búsqueda de tramas pueden utilizar el método de procesamiento de SDH estándar definido por la ITU-T. Es conocido por los expertos en esta materia que las operaciones de encapsulación y desencapsulación se pueden realizar también en los modos que se definen en el protocolo GFP o en el protocolo LAPS.

Y las operaciones de multiplexación/demultiplexación, en las etapas anteriores se pueden realizar en modos tales como multiplexación/demultiplexación de bits intercalados, dos bits intercalados o bytes intercalados.

Además, en el proceso de transmisión de datos de las dos formas de realización anteriores, con el fin de conseguir que el extremo receptor de las señales de baja tasa de transmisión reciban señales de servicio de baja tasa de transmisión adecuadas en el proceso de multiplexación de las señales recibidas, antes del proceso de multiplexación anterior, necesitan configurarse diferentes identificadores para cada extremo transmisor y extremo receptor, respectivamente, que se utilizan para indicar la correspondiente relación de cada extremo transmisor y extremo receptor. Además, cuando un extremo transmisor transmite las señales de servicio de baja tasa de transmisión anteriores, necesita añadir el identificador del extremo transmisor a cada una de las señales de servicio de baja tasa de transmisión, de modo que el extremo receptor podría determinar si las señales recibidas se transmiten por el extremo transmisor correspondiente.

Por ejemplo, en el proceso de multiplexación de dos señales STM-16, cada una con una tasa de transmisión de 2,5 Gb/s en una sola señal con una tasa de transmisión de 5 Gb/s, realizar la escritura en los bytes J0 de las dos señales STM-16 de baja tasa de transmisión de los números hexadecimales de AF y F5, respectivamente, en donde AF representa la primera señal STM-16 y F5 representa la segunda señal STM-16. De este modo, es posible la adaptación de las señales de baja tasa de transmisión con el extremo receptor de señales de baja tasa de transmisión detectando el contenido del byte J0 mientras se recibe. Puede entenderse por los expertos en esta materia, con respecto a la presente invención, que el contenido del byte J0 puede ser cualesquiera dos constantes predefinidas, lo que no cae fuera del alcance de protección y de la idea inventiva esencial de la presente invención.

El proceso de adaptación anterior comprende principalmente:

- a1. determinar, en función del contenido del byte J0, establecido por el extremo transmisor, si la relación correspondiente entre las señales de servicio de baja tasa de transmisión demultiplexadas y el extremo receptor es correcta y si es correcta, terminar este proceso; en caso contrario, proseguir con la Etapa a2.
- a2. conmutar el orden de las señales de servicio de baja tasa de transmisión demultiplexadas y luego, terminar el proceso.

El método de transmisión anterior de múltiples señales de servicio, en conformidad con la presente invención, comprende, además: realizar la codificación FEC para la señal transmitida con una tasa de transmisión de 5 Gb/s cuando se transmiten señales y realizar la decodificación de FEC para la señal recibida con una tasa de transmisión de 5 Gb/s cuando se reciben señales. De este modo, los códigos de errores generados en la transmisión de fibra óptica se pueden reducir todavía más y se puede aumentar el alcance de la transmisión.

Con el fin de poder realizar la multiplexación de las señales de baja tasa de transmisión en una señal de alta tasa de transmisión según las formas de realización anteriores, se da a conocer un aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión. La sub tasa se refiere aquí a la más baja tasa de flujo de señales objeto de convergencia en un flujo de señal de más alta tasa de transmisión.

La Figura 2 es un diagrama que ilustra la estructura de un aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión utilizando la intercalación de bits en conformidad con una forma de realización preferida de la presente invención. El aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión, en esta forma de realización, realiza la multiplexación de cuatro señales de GE en una sola señal con una tasa de transmisión de 5 Gb/s. Según se ilustra en la Figura 2, el aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión incluye un módulo de recepción óptica 11, un módulo de transmisión óptica 12, un módulo CDR+DEMUX (recuperación de señal de reloj y datos + demultiplexación) 21, un módulo MUX (multiplexor) 22, un módulo de conversión de bus e intercalación de bits 30, dos

módulos de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40, cuatro módulos GE PHYs (módulos de interfaz de capa física de GE) 50 y cuatro transceptores ópticos de GE 60.

5 En donde, el módulo de recepción óptica 11 se utiliza para recibir una señal óptica de 5 Gb/s transmitida desde una línea de fibras, la conversión de la señal óptica en una señal eléctrica serie de 5 Gb/s, la amplificación y suministro, a la salida, de la señal al módulo CDR+DEMUX 21.

10 El módulo de transmisión óptica 12 se utiliza para convertir la señal eléctrica serie, con una tasa de transmisión de 5 Gb/s recibida desde el módulo MUX 22, en una señal óptica de la misma tasa de transmisión mediante una conversión eléctrica/óptica y el suministro, a la salida, de la señal convertida a una línea de fibras para su transmisión. Si se utiliza este aparato en WDM, la longitud de onda óptica del módulo de transmisión óptica 12 debe estar también conforme con la longitud de onda recomendada por la ITU-T, p.e., longitudes de onda recomendadas en G.694.1 o G.694.2.

15 El módulo CDR+DEMUS 21 se utiliza para recibir la señal eléctrica serie con una tasa de transmisión de 5 Gb/s proporcionar, a la salida, desde el módulo de recepción óptica 11, esto es, primero, el submódulo de CDR realiza la extracción de la señal de reloj y la recuperación de datos para la señal y luego, el submódulo DEMUX realiza la demultiplexación de la señal, la conversión serie/paralelo y luego, proporcionar, a la salida, 16 señales paralelas, cada una con una tasa de transmisión de 311 Mb/s al módulo de conversión de bus y de intercalación de bits 30.

20 El módulo MUX 22 se utiliza para recibir las 16 señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión de 311 Mb/s proporcionadas a la salida por el módulo de conversión de bus y de intercalación de bits 30, para realizar la conversión paralelo/serie, la multiplexación de las señales en una señal eléctrica serie, con una tasa de transmisión de 5 Gb/s y luego, proporcionar, a la salida, la señal óptica al módulo de transmisión óptica 12.

25 El módulo de conversión de bus y de intercalación de bits 30 se utiliza para convertir un grupo de 16 señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión de 311 Mb/s aplicadas a la entrada desde el módulo CDR+DEMUS 21 en la dirección de recepción en dos señales STM-16 incluyendo cada una un grupo de señales en paralelo; mientras tanto, en la dirección de transmisión, este módulo convierte dos señales STM-16, incluyendo cada una un grupo de señales en paralelo, en un solo grupo de 16 señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión de 311 Mb/s. Las dos
30 señales STM-16 proporcionadas a la salida desde el módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 se aplican a la entrada a dos módulos de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 idénticos, respectivamente, y mientras tanto, el módulo 30 recibe dos señales STM-16 en paralelo, proporcionadas a la salida, desde dos módulos de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40. El módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 se puede poner en práctica por medios tales como la Matriz de Puertas Programables por Campos (FPGA).

35 El módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 se utiliza para recibir una sola señal STM-16 proporcionada a la salida desde el módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 en la dirección de recepción, para la realización de la búsqueda de tramas, el desmapeado y las funciones de desencapsulación y para proporcionar, a la salida, dos señales de capa física de GE, cada una con una tasa de transmisión de 1,25 Gb/s a dos GE PHY 50; mientras tanto, la recepción en la dirección de transmisión de las señales de capa física GE, cada una con una tasa de
40 transmisión de 1,25 Gb/s proporcionadas a la salida desde dos GE PHY 50, el mapeado y el formación de tramas de las señales utilizando un formato de trama STM-16, la realización de las funciones de encapsulación, mapeado y formación de tramas, respectivamente, y proporcionar, a la salida, una señal STM-16. La interfaz entre el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 y el GE PHY 50 incluye una interfaz independiente de medios de gigabits (GMII) en conformidad con la norma IEEE 802.3, de modo que cada señal de capa física de GE, proporcionada a la salida por el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 es una señal eléctrica de capa física GMII con una anchura de 8 bits. La búsqueda de tramas, en la dirección de recepción, se realiza por medio del método de procesamiento estándar de SDH definido por ITU-T, la función de desmapeado se realiza por medio de VC4-8C o VC4-8V y la función de desencapsulación se realiza por medio del protocolo HDLC, GFP o LAPS. La encapsulación, en la dirección de transmisión, se realiza por medio del protocolo de HDLC, GFP o LAPS, el mapeado se realiza por medio de VC4-8C o VC4-8V y el formación de tramas se realiza por el método de procesamiento estándar de SDH definido por la ITU-T. Por ejemplo, en una forma de realización preferida de la presente invención, el tráfico de GE se encapsula en un módulo HDLC, que garantiza la transmisión completa, transparente y libre de deterioro del tráfico. Mientras tanto, el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 realiza una función de
55 supervisión de la calidad de la señal, p.e., puede detectar la Pérdida de Trama (LOF) de la señal y el byte J0 de la señal SDH.

60 El GE PHY 50 se utiliza para recibir, en la dirección de recepción, una señal eléctrica de capa física GMII con una anchura de datos de 8 bits objeto de salida desde el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 y para proporcionar, a la salida, una señal de GE de flujo de bit serie con una tasa de transmisión de 1,25 Gb/s. Además, el GE PHY 50 se utiliza también para la recepción, en la dirección de transmisión, de una señal de GE de flujo de bits serie con una tasa de transmisión de 1,25 Gb/s proporcionada a la salida desde el transceptor óptico de GE 60 y después del procesamiento, el suministro a la salida de una señal eléctrica de capa física de GMII de un ancho de datos de 8 bits. El GE PHY 50 se utiliza también para realizar una función de supervisión de la calidad de las señales de GE, p.e., supervisando el resultado del control de redundancia cíclica (CRC) de las señales.

El transceptor óptico de GE 60 incluye un módulo de transmisión óptica de GE y un módulo de recepción óptica de GE. En donde el módulo de transmisión óptica de GE se utiliza para recibir una señal de GE de flujo de bit serie de servicio, con una tasa de transmisión de 1,25 Gb/s y para convertir la señal eléctrica en una señal óptica y mientras tanto, el módulo de recepción óptica de GE recibe una señal de servicio de GE óptica externamente aplicada a la entrada, con una tasa de transmisión de 1,25 Gb/s, convierte la señal óptica en una señal eléctrica y proporciona, a la salida, la señal convertida a GE PHY 50.

En esta forma de realización, un módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40, dos GE PHY 50 y dos transceptores ópticos de GE 60, que están interconectados en una representación de la Figura 2 se pueden considerar como un solo módulo de transmisión de datos de 2,5 Gb/s.

Lo anterior describe las funciones de cada módulo del aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión en formas de realización preferidas de la presente invención. A continuación, se proporciona una descripción más detallada para la forma de realización específica de la función del módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30.

En las formas de realización preferidas anteriores, el módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 realiza la multiplexación intercalada de dos grupos de señales en un modo de intercalación de bits. En la dirección de transmisión, el módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 converge dos señales STM-16 con una tasa de transmisión de 2,5 Gb/s en un grupo de señales con una tasa de transmisión total de 5 Gb/s para la transmisión a través de la línea y el método de intercalación de bits incluye concretamente: obtener una señal de 2,5 Gb/s como una señal de bits impares de una señal de 5 Gb/s y obtener la otra señal de 2,5 Gb/s como una señal de bits pares de la señal de 5 Gb/s. En la dirección de recepción, el módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 separa los bits impares y los bits pares de una señal de 5 Gb/s para obtener dos señales STM-16, cada una con una tasa de transmisión de 2,5 Gb/s. Puede entenderse por los expertos en esta materia, con respecto a la presente invención, que dicho modo de intercalación, tal como un modo de intercalación de 2 bits, se puede utilizar también en el módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 sin desviarse, por ello, del contenido esencial y del alcance de protección de la presente invención.

La Figura 3 es una vista esquemática que ilustra el principio de transmisión del módulo de conversión de bus y de intercalación de bit en conformidad con las formas de realización preferidas anteriores de la presente invención. Según se ilustra en la Figura 3, dos señales STM-16 en paralelo, proporcionadas a la salida desde dos módulos de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 están constituidas por dos grupos de 16 señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión de 155 Mb/s, respectivamente, y se indican como 0, 1, 2,..., 15 y como 0', 1', 2',..., 15', respectivamente, esto es, 32 señales en total. Puesto que el módulo MUX 22 requiere que cada señal STM-16 esté constituida por 8 señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión de 311 Mb/s, cada dos señales de 155 Mb/s, en un solo grupo de señales en paralelo, han de ser objeto de multiplexación mediante una 1:2 MUX 31 para obtener una señal de 311 Mb/s antes de aplicarse a la entrada del módulo MUX 22. Mientras tanto, con el fin de garantizar la secuencia de transmisión de las señales, los dos bits de entrada de cada 1:2 MUX 31 deben escalonarse en una longitud de un byte, es decir, 8 bits, por ejemplo, el primer MUX conecta la señal 0 de 155 Mb/s de la ruta 0 con la señal 8 de 155 Mb/s de la ruta 8, que se proporcionan ambas a la salida desde el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40, para la multiplexación y para proporcionar, a la salida, una señal de 311 Mb/s, que se indica como 0(8); la segunda MUX conecta la señal 1 de 155 Mb/s de la ruta 1 del primer módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico con una señal 9 de 155 Mb/s de su ruta 9 para proporcionar, a la salida, una señal de 311 Mb/s indicada como 1(9) y se puede deducir el resto. De este modo, se obtienen dos grupos de señales en paralelo indicadas en orden, respectivamente, como 0(8), 1(9), 2(10)..., 7(15) y como 0'(8'), 1'(9'), 2'(10')..., 7'(15') y cada grupo de las señales en paralelo incluye 8 señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión de 311 Mb/s.

Con el fin de realizar la intercalación de bits de dos señales STM-16, después de la multiplexación 1:2, la primera señal STM-16 está conectada a bits impares de la bus de entrada del módulo MUX 22 mientras que la segunda señal STM-16 para sus bits pares obtiene una con una tasa de transmisión de 5 Gb/s. De este modo, según se indica en la Figura 3, habrá 16 señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión de 311 Mb/s indicadas en orden, respectivamente, como 0(8), 1(9), 2(10)..., 7(15) y como 0'(8'), 1'(9'), 2'(10')..., 7'(15') en la bus de entrada del módulo MUX 22.

La Figura 4 es una vista esquemática que ilustra el principio de recepción de un módulo de conversión de bus y de intercalación de bit en conformidad con las formas de realización preferidas anteriores de la presente invención. Según se indica en la Figura 4, las 16 señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión de 311 Mb/s en la bus de entrada del módulo MUX 22 se indican como 0(8), 0'(8'), 1(9), 1'(9'), 2(10), 2'(10')..., 7(15) y 7'(15') y el módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 y el módulo CDR+DEMUX 21 están conectados en una forma de intercalación, por lo tanto, en la dirección de recepción, el módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 separa las 16 señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión de 311 Mb/s proporcionadas a la salida desde el módulo CDR+DEMUX 21 en dos grupos, esto es, un grupo de "0(8), 1(9), 2(10)..., 7(15)" y el otro grupo de "0'(8'), 1'(9'), 2'(10')..., 7'(15')" que se refieren en adelante como Grupo A y Grupo B, respectivamente. Según la descripción anterior, los datos del Grupo A del Grupo B se corresponden a una de las dos señales STM-16 en paralelo, respectivamente, mientras que la relación correspondiente específica es incierta. Por lo tanto, el módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 debe incluir un módulo de cruzamiento 2x2 32, de modo que la operación de

cruzamiento 2x2 se podría realizar para conmutar la posición de las dos señales STM-16 en paralelo cuando exista un error en la relación correspondiente anterior.

En las formas de realización preferidas de la presente invención, los contenidos del byte J0 de una señal STM-16 se utilizan como un identificador para determinar la relación correspondiente entre señales del Grupo A y del Grupo B y la primera STM-16 y la segunda señal STM-16. Por ejemplo, los contenidos hexadecimales de AF y F5 se pueden escribir en bytes J0 de la primera y segunda señales STM-16 por intermedio del módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 y, respectivamente, la determinación puede realizarse mediante el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas 40 en el extremo receptor si el contenido del byte J0 de la señal recibida, esto es, AF o F5 coincide con el identificador del extremo receptor con el fin de recibir correctamente las tramas, si coincide con el identificador, recibir la señal directamente; si no coincide con el identificador, controlar el módulo de cruzamiento 2x2 32 estableciendo una señal de control Sel0 del módulo de cruzamiento 2x2 32 para conmutar los dos grupos de señales. Por ejemplo, si el byte J0 de una señal recibida incluye AF, la señal es la primera señal STM-16; si el contenido del byte J0 es F5, la señal es la segunda señal STM-16. El primer módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 detectará si el byte J0 de la señal recibida es AF, mientras que el segundo módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 detectará si el byte J0 de la señal recibida es F5 y si no lo es, realizará la operación de cruzamiento 2x2.

Puesto que el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 utiliza una línea de datos con una anchura de 16 bits, se necesita, entonces, en el proceso de recepción, para convertir un grupo de 8 señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión de 311 Mb/s, en un grupo de 16 señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión de 155 Mb/s. Por lo tanto, el módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 debe incluir también un módulo 1:2 DEMUX 33 para la demultiplexación 1:2 de cada una de las 8 señales, esto es, la demultiplexación de cada una de las señales de 311 Mb/s en dos señales en paralelo de 155 Mb/s. Como resultado de la demultiplexación de 1:2, puede existir una conexión incorrecta de las señales, lo que puede hacer, además, que el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 sea incapaz de encontrar la cabecera de la trama de una señal STM-16 y causar una alarma de LOF. Por lo tanto, el módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 debe incluir también un módulo de cruzamiento 2x2 de 16 entradas 34 de modo que una señal de control Sel1 del módulo de cruzamiento 2x2 de 16 entradas 34 podría establecerse para controlar el módulo de cruzamiento 2x2 de 16 entradas 34 para conmutar las 32 señales de entrada cuando exista una alarma LOF.

Como puede deducirse de la descripción anterior, se necesita un ajuste adecuado de la señal con el fin de garantizar la corrección de las señales que entran en dos módulos de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico, cuyo diagrama de flujo de control es como se ilustra en la Figura 5, que comprende las etapas de:

Etapas 501: decidir si existe una alarma LOF y si existe, proseguir con la Etapa 502; de no ser así, proseguir con la Etapa 503;

Etapas 502: realizar una operación NOT sobre la señal Sel1 para controlar el módulo de cruzamiento 2x2 de 16 entradas para conmutar las 32 señales de entrada;

Etapas 503: decidir si existe una desadaptación del byte J0 y si existe, proseguir con la Etapa 504 y en caso contrario, terminar este proceso;

Etapas 504: realizar una operación NOT sobre la señal Sel0 para controlar el módulo de cruzamiento 2x2 para conmutar los dos grupos de señales de datos de 8 bits;

Conviene señalar que si es posible que una alarma de LOF o una alarma de desadaptación de bytes J0 es causada por otros motivos, tales como la degradación de la calidad de la señal en las líneas de transmisión en fibras. En ese caso, resulta imposible eliminar las alarmas de estos dos tipos realizando operaciones de conmutación mediante el control de las señales de control de Sel1 y Sel0. A continuación, puede tomarse una decisión por el software, esto es, cuando una alarma no se puede eliminar después de varias operaciones de conmutación, resulta que la alarma es causada por otros motivos.

Lo anterior es una descripción de la combinación de múltiples señales de baja tasa de transmisión en una sola señal de alta tasa de transmisión utilizando un modo de intercalación de bits. Puede entenderse por los expertos en esta materia, con respecto a la presente invención, que el mismo objetivo se puede conseguir utilizando un modo de intercalación de bytes.

La Figura 6 es un diagrama que ilustra la estructura de un aparato de multiplexación/demultiplexación de subtasas de transmisión de un modo de intercalación de bytes, en conformidad con la presente invención. Según se ilustra en la Figura 6, en la dirección de transmisión, en comparación con la intercalación de bits, una señal de Pulso de Trama (FP) se añade en el modo de intercalación de bytes, para controlar el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40, de modo que dos módulos de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 podrían realizar la alineación de tramas cuando se transmitan señales en paralelo de STM-16. Una señal de FP es un grupo de señales de pulsos con una frecuencia de repetición de 8K y un ancho de pulso de 12,86 ns (para ser exactos,

1/77,76 ms), cuyo diagrama esquemático se representa en la Figura 7. Conviene señalar que la frecuencia de repetición de una señal de FP suele ser 8K, mientras que la anchura de FP ocupa un periodo de frecuencia de reloj de sobrecarga, que se determina mediante una diferente temporización del procesamiento de sobrecargas y pueden ser valores diferentes. Además, un módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes 30' sustituye al módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 para realizar la operación de intercalación de bytes de dos señales STM-16 en paralelo.

La Figura 8 es una vista esquemática que ilustra el principio de transmisión del módulo de conversión de bus y de intercalación de bit en la forma de realización preferida anterior. Según se ilustra en la Figura 8, en esta forma de realización preferida, el método de multiplexación 1:2 es el mismo que se visualiza en la Figura 3. Cuando se utiliza el modo de intercalación de bytes, sin embargo, la primera señal después de la multiplexación 1:2 se conecta sucesivamente con los bits 0-7 del bus de entrada del módulo MUX 22 y la segunda señal después de la multiplexación 1:2 se conecta, sucesivamente con los bit 8-15 del bus de entrada del módulo MUX 22, con lo que se realiza la operación de intercalación de bytes. A continuación, las señales en paralelo en el bus de entrada del módulo MUX 22 se indican sucesivamente como 0(8), 1(9), 2(10)...., 7(15), 0'(8'), 1'(9'), 2'(10')...., 7'(15').

La Figura 9 es una vista esquemática que ilustra el principio de recepción del módulo de conversión de bus y de intercalación de bit en la forma de realización preferida anterior. Haciendo referencia a la Figura 4, el módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes 30' ilustrado en la Figura 9, es el mismo que el módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 ilustrado en la Figura 4 e incluye un módulo de cruzamiento 2x2 32, un DEMUX 1:2 33 y un módulo de cruzamiento 2x2 de 16 entradas 34.

El módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes 30' garantiza también la corrección de las señales proporcionadas a la salida para dos módulos de transmisión de datos de 2,5 Gb/s tomando una decisión basada en el byte J0, esto es, la señal recibida por el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico es la señal perteneciente al primer módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 y no del segundo módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40. Cuando el byte J0 no coincide con el identificador, la señal de control de Sel0 se establece para controlar el módulo de cruzamiento 2x2 32 para realizar una operación de conmutación.

Análogamente, después de una demultiplexación 1:2, puede existir la situación de señales incorrectamente conectadas, lo que hace al módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 incapaz de encontrar la cabecera de trama de una señal STM-16 y de este modo, causar una alarma de LOF. Por lo tanto, cuando se utiliza el módulo 30', la corrección de la operación de demultiplexación se puede garantizar tomando una decisión en función de una alarma de LOF, lo que es similar a utilizar el módulo 30, esto es, cuando existe una alarma de LOF, establecer la señal de control de Sel1 del módulo de cruzamiento 2x2 de 16 entradas 34 al módulo de control 34 para conmutar las 32 señales de entrada.

Además, con el fin de evitar el cruzamiento de bytes en las dos señales, un módulo de separación de señales 35 se añade al módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes 30'. El módulo 35 separa la primera señal de servicio de la segunda señal de servicio buscando el byte de alineación de tramas de cada señal y garantiza que la más baja señal de 8 bits objeto de salida es una señal de STM-16 y la señal de 8 bits más alta es la otra señal STM-16. El principio de funcionamiento es: cuando existen bytes de alineación de tramas en cada trama de la señal STM-16, esto es, A1 y A2 que son los valores hexadecimales de F6 y 28 respectivamente, y puesto que las dos señales están alineadas, trama por trama, cuando se transmiten, dos señales independientes se pueden reconocer y separar en tanto que se encuentren los dos bytes adyacentes de F628.

Conviene señalar que el módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 anteriormente descrito y el módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes 30' son dos ejemplos concretos de la realización de un módulo de conversión de bus y de intercalación, en donde la diferencia es que el primero se pone en práctica en un modo de intercalación de bits, mientras que el último lo hace en un modo de intercalación de bytes.

En la forma de realización anterior, cuando señales STM-16 salen desde el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40 son 16 señales, cada una con una tasa de transmisión de 155 Mb/s, que no coinciden con la tasa de transmisión de entrada de 311 Mb/s requerida por el módulos MUX 22 y el módulo DEMUX+CDR 21, los módulos de conversión de bus y de intercalación 30 y 30' deben incluir un MUX 1:2 y un DEMUX 1:2 para realizar la conversión entre las tasas de transmisión de 155 Mb/s y 311 Mb/s.

En otra forma de realización preferida de la presente invención, el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas 40', sustituye al módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas 40, en donde la salida y entrada del módulo 40' son 8 señales en paralelo cada una con una tasa de transmisión de 311 Mb/s, y entonces, se puede simplificar, en gran medida, el diseño de los módulos de conversión de bus y de intercalación 30 y 30'.

La Figura 10 es una vista esquemática que ilustra el principio de transmisión del módulo de conversión de bus y de intercalación de bits en la forma de realización preferida anterior de la presente invención. Según se ilustra en la Figura 10, el primer módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40' y el segundo módulo de

encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40' proporcionan, a la salida, un grupo de 8 señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión de 311 Mb/s, respectivamente, que se indican como 0-7 y 0'-7', respectivamente. Cuando la salida del módulo 40' coincide con la tasa de transmisión de entrada del módulo MUX 22, la operación de intercalación de bits se puede realizar simplemente introduciendo los bits a la salida, de forma alternada y sucesiva, desde los primero y segundo módulos de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico, esto es, las etiquetas indicadoras de las señales de entrada en el bus de entrada del módulo MUX 22 son, sucesivamente como 0, 0', 1, 1', 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5, 5', 6, 6', 7, 7'. En esta forma de realización, el módulo de conversión de bus de intercalación de bits 30, en la dirección de transmisión, tiene realmente sólo la función de una línea de conexión.

La Figura 11 es una vista esquemática que ilustra el principio de recepción del módulo de conversión de bus y de intercalación de bits en la forma de realización preferida anterior. Según se ilustra en la Figura 11, la salida del módulo DEMUX + CDR 21 se separa por una operación de intercalación de bits en dos grupos referidos como grupo C y grupo D en adelante, que se indican como 0-7 y 0'-7'. El anterior módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40' puede utilizar también el byte J0 u otros bytes de reserva de STM-16 como el identificador de tramas de baja tasa de transmisión y decide, en el proceso de recepción, si el identificador de la trama recibida coincide con el identificador de la trama a recibirse por este módulo 40'; si no coinciden, establecer la señal de control de Sel0 del módulo de cruzamiento 2x2 32 para controlar el módulo de cruzamiento 2x2 32 con el fin de realizar la operación de conmutación, con lo que se realiza la coincidencia de la trama con el extremo receptor. En comparación con el módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30, representado en la Figura 4, no se necesitan el módulo de demultiplexación 1:2 33 y el módulo de cruzamiento 2x2 de 16 entradas 34.

Puesto que la salida y la entrada del módulo anterior 40' son ambas un grupo de 8 señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión de 311 Mb/s y no existe ningún proceso de demultiplexación 1:2 en el módulo de conversión de bus e intercalación de bits 30, no habrá ninguna alarma de LOF causada en el proceso de demultiplexación 1:2. Como resultado, en esta forma de realización, el procedimiento de control para garantizar la recepción correcta de múltiples tramas de baja de tasa de transmisión se simplifica en comparación con el procedimiento de control ilustrado en la Figura 5 y el procedimiento comprende:

Etapas A: decidir si existe una desadaptación del byte J0 y si es así, proseguir con la Etapa B y en caso contrario, terminar este procedimiento;

Etapas B: realizar una operación NOT sobre la señal Sel0 para hacer que el módulo de cruzamiento 2x2 conmute los dos grupos de señales de datos de 8 bits.

En otra forma de realización de la presente invención, el módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes 30' sustituye al módulo de conversión de bus y de intercalación de bit 30 de la forma de realización anterior.

La Figura 12 es una vista esquemática que ilustra el principio de transmisión del módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes en la forma de realización preferida anterior. Según se ilustra en la Figura 12, el primer módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40' y el segundo módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40' proporcionan, a la salida, un grupo de 8 señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión de 311 Mb/s, respectivamente, que se indican como 0-7 y 0'-7' respectivamente. Cuando la salida del módulo 40' coincide con la tasa de entrada del módulo MUX 22, el proceso de intercalación de bytes se puede realizar simplemente introduciendo los bytes objeto de salida, de forma alternada y sucesiva, desde los dos módulos de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico, esto es, el orden de las señales en el bus de entrada del módulo MUX 22 son, sucesivamente, como 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 0', 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7'. En esta forma de realización, el módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes 30', en la dirección de transmisión, sirve solamente la función de conexión y por lo tanto, se puede sustituir por la línea de conexión en la placa de circuito. En comparación con el módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes 30', ilustrado en la Figura 8, no se necesita el módulo MUX 1:2 31.

La Figura 13 es una vista esquemática que ilustra en principio de recepción del módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes en la forma de realización preferida anterior. Según se ilustra en la Figura 13, la salida del módulo DEMUX + CDR 21 se separa por la operación de intercalación de bytes en dos grupos indicados como 0-7 y 0'-7', que se refieren, adelante, como grupo E y grupo F. El anterior módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico 40' puede utilizar también el byte J0 u otros bytes de reserva de STM-16 como el identificador de tramas de baja tasa de transmisión y decide, en el proceso de recepción, si el identificador de la trama recibida coincide, o no, con el identificador de la trama a recibirse por este módulo 40'; si la respuesta es negativa, establecer la señal de control de Sel0 del módulo de cruzamiento 2x2 32 para controlar el módulo de cruzamiento 2x2 32 con el fin de realizar una operación de conmutación y realizar la adaptación de los datos. De forma similar, con el fin de impedir el cruzamiento de bytes en las dos señales, un módulo de separación de señales 35 se añade al módulo 30' y el módulo 35 realiza la separación de la primera señal de servicio con respecto a la segunda señal de servicio buscando el byte de alineación de trama de cada señal. En comparación con el módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes 30', representado en la Figura 9, el módulo de demultiplexación 1:2 33 y el módulo de cruzamiento 2x2 de 16 entradas 34 no son necesarios.

En otra forma de realización preferida de la presente invención, un módulo de codificación FEC se añade entre el módulo de transmisión óptica 12 y el módulo MUX 22, para realizar una codificación de FEC de las señales procedentes del módulo MUX 22 y luego, transmitir las señales codificadas a fibras externas por intermedio del módulo de transmisión óptica 12. Además, un módulo de decodificación FEC se añade entre el módulo de recepción óptica 11 y el módulo CDR+DEMUX 21, para realizar una decodificación de FEC de las señales procedentes del módulo de transmisión óptica 12 y luego, transmitir las señales decodificadas al módulo CDR+DEMUX 21. Añadiendo el módulo de codificación de FEC y un módulo de decodificación de FEC, los códigos de errores se pueden reducir efectivamente en la transmisión de fibras y se puede aumentar el alcance de la transmisión.

En la forma de realización anterior, el principio de funcionamiento del aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión para la multiplexación de 4 señales ópticas de GE en una sola señal óptica con una tasa de clase de tasa de 5 Gb/s se describe a continuación. En otra forma de realización, un aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión realiza la multiplexación de las 2 señales ópticas STM-16 a la entrada, directamente en una sola señal óptica, con una tasa de clase de 5 Gb/s.

La Figura 14 es un diagrama que ilustra la estructura del aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión en conformidad con la forma de realización preferida anterior. Según se ilustra en la Figura 14, el aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión que realiza la multiplexación de 2 señales ópticas STM-16 directamente en una sola señal óptica con una tasa de transmisión de 5 Gb/s, el aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión, representado en la Figura 2 o la Figura 6 incluye un módulo de recepción óptica 11, un módulo de transmisión óptica 12, un módulo CDR+DEMUX 21, un módulo MUX 22, un módulo de conversión de bus y de intercalación 30 y 30' y las funciones de dichos módulos permanecen invariables. Los módulos de conversión de bus y de intercalación 30 y 30' pueden adoptar el modo de intercalación de bits o el modo de intercalación de bytes.

La diferencia entre los anteriores aparatos de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión anterior de la forma de realización anterior y que, en esta forma de realización, es que el aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión, en esta forma de realización, incluye también dos módulos de procesamiento de señales STM-16 70 idénticos, dos módulos de recepción óptica de señales STM-16 idénticos 80 y dos módulos de transmisión óptica de señales STM-16 idénticos 90.

En la dirección de transmisión, el módulo de recepción óptica de señales STM-16 80 realiza una conversión óptica/eléctrica de las señales ópticas STM-16 externamente recibidas, genera señales eléctricas STM-16 y transmite las señales al módulo de procesamiento de señales STM-16 70.

El módulo de procesamiento de señales STM-16 70 realiza las operaciones de alineación de tramas, de procesamiento de cargas y de supervisión del rendimiento sobre las señales eléctricas STM-16 recibidas y proporciona, a la salida, señales STM-16 en paralelo a los módulos de conversión de bus y de intercalación 30 y 30';

En la dirección de recepción, el módulo de procesamiento de señales STM-16 70 recibe señales STM-16 en paralelo procedentes de los módulos de conversión de bus y de intercalación 30 y 30', realiza las operaciones de alineación de tramas, procesamiento de sobrecargas y de supervisión del rendimiento y proporciona, a la salida, señales eléctricas STM-16 al módulo de transmisión óptica STM-16 90;

Después de recibir las señales eléctricas STM-16, el módulo de transmisión óptica STM-16 90 realiza una conversión eléctrica/óptica y proporciona, a la salida, las señales a fibras ópticas externas.

El módulo de procesamiento de señales STM-16 70, el módulo de recepción óptica de señales STM-16 80 y el módulo de transmisión óptica de STM-16 90, en esta forma de realización, se pueden considerar como un módulo de transmisión de datos de 2,5 Gb/s.

Además, el aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión, en esta forma de realización, puede incluir, además, un módulo de codificación FEC entre el módulo de transmisión óptica 12 y el módulo MUX 22 y un módulo de decodificación FEC entre el módulo de recepción óptica 11 y el módulo CDR+DEMUX 21 para realizar una codificación/decodificación de FEC con el fin de reducir efectivamente los códigos de errores en la transmisión de fibras y aumentar el alcance de transmisión de las señales en las fibras.

En otra forma de realización preferida de la presente invención, el aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión puede realizar la multiplexación de 4 señales de GE directamente en una sola señal con una tasa de transmisión de clase de 5 Gb/s.

El aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión, en esta forma de realización, tiene básicamente la misma parte que la ilustrada en la Figura 2 y comprende el módulo de recepción óptica, el módulo de transmisión óptica, el módulo CDR+DEMUX, el módulo MUX, el módulo de conversión de bus y de intercalación, el

módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico, cuatro módulos GE PHY y cuatro transceptores ópticos de GE.

El módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico se utiliza para la multiplexación directa de 4 señales de GE, encapsulación, mapeado de las señales y creación de una señal de clase de transmisión de 5 Gb/s en la dirección de transmisión, mientras que en la dirección de recepción, para el desmapeado de una señal de clase de tasa de transmisión de 5 Gb/s recibida, la desencapsulación de la señal y la demultiplexación de la señal en 4 señales de GE. Las funciones de los demás módulos permanecen invariables.

El módulo de conversión de bus y de intercalación puede adoptar, de forma similar, el método de multiplexación/demultiplexación de bits intercalados o bytes intercalados y la presente invención no establece ningún límite para el método de multiplexación/demultiplexación adoptado.

Además, el módulo de encapsulación, mapeado y desmapeado, la función de desencapsulación se puede realizar también en varias formas y la presente invención no establece ningún límite a dichas formas operativas.

Conviene señalar que el aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión se puede separar en aparatos de multiplexación de sub tasa de transmisión y aparatos de demultiplexación de sub tasa de transmisión que se utilizan en los procesos de transmisión y de recepción, de forma independiente.

La presente invención da a conocer, además, un sistema de comunicación óptica construido por el aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión anterior y este sistema puede realizar una tasa de transmisión de 5 Gb/s.

El sistema de comunicación óptica, en conformidad con la presente invención, incluye una unidad de transmisión óptica y una unidad de recepción óptica, en donde la unidad de transmisión óptica convierte una señal eléctrica de entrada en una señal óptica y transfiere la señal a la unidad de recepción óptica a través de fibras ópticas y la unidad de recepción óptica convierte la señal óptica recibida en una señal eléctrica y proporciona, a la salida, la señal eléctrica. La clase de tasa de transmisión de la señal óptica transferida en las fibras es de 5 Gb/s. La unidad de transmisión óptica y la unidad de recepción óptica incluyen el aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión.

En una forma de realización preferida de la presente invención, la tasa de transmisión de datos de al menos una longitud de onda en un sistema WDM está en la clase de tasa de transmisión de 5 Gb/s. Haciendo referencia al sistemas WDM típico representado en la Figura 1, en comparación con el sistema de comunicación óptica en conformidad con la presente invención, el sistema WDM existente, según se representa en la Figura 1, es diferente por comprender al menos un par de unidades OTU que transmiten y reciben señales ópticas con una tasa de transmisión de 5 Gb/s.

En la forma de realización de la invención, el sistema WDM anterior incluye múltiples pares de unidades OTU, un multiplexor de ondas, un demultiplexor de ondas y fibras ópticas; en donde al menos una unidad OTU incluye el aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión.

El proceso de funcionamiento dinámico del sistema de comunicación óptica, en la forma de realización anterior, es como sigue: en la dirección de transmisión, cuando un grupo de señales de baja tasa de transmisión se introducen en la OTU antes del multiplexor de ondas, este grupo de señales de baja tasa de transmisión se cubrirán por el aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión en la OTU en una señal óptica con la clase de tasa de transmisión de una determinada longitud de onda (supuesta como longitud de onda A) siendo de 5 Gb/s y luego, la combinación por el multiplexor de ondas con las señales ópticas de longitud de onda simple desde otra OTU y su transferencia a través de una fibra óptica al demultiplexor de ondas en el nodo de destino. Pueden existir varias OAs en la transmisión para amplificar las señales ópticas combinadas con ondas. En la dirección de recepción, el demultiplexor de ondas separa las señales ópticas de diferentes longitudes de onda, la señal óptica de longitud de onda A se envía a una OTU y el aparato de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión en esta OTU convierte la señal óptica, con una tasa de transmisión de 5 Gb/s, en un grupo de señales de baja tasa de transmisión. De este modo, los datos se transfieren satisfactoriamente desde un nodo origen a un nodo destino. Utilizando una clase de tasa de transmisión de 5 Gb/s para transferir un servicio, cada longitud de onda puede transferir dos veces más servicios que una longitud de onda de una clase de tasa de transmisión de 2,5 Gb/s, que puede transferir mientras el coste no aumenta demasiado, lo que eleva efectivamente la eficiencia de utilidad de la longitud de onda y reduce el coste total de la construcción de la red. Mientras tanto, cuando el alcance limitado de la dispersión de las señales de clase de tasa de transmisión de 5 Gb/s es de hasta 240 kilómetros o una distancia similar, el problema de que sea corto el alcance de transmisión de las señales de clase de tasa de transmisión de 10 Gb/s se puede resolver con el fin de cumplir el requisito de alcance de una red MAN.

Conviene señalar, además, que la presente invención no solamente es aplicable a redes de cadenas punto a punto, según se representa en la Figura 1, sino que también es aplicable a dicha topología de red como redes en cadenas y redes en anillo que comprenden los Multiplexores de Inserción y Extracción (ADM).

Como puede deducirse del sistema de comunicación óptica, el módulo de multiplexación/demultiplexación de sub tasa de transmisión así como el método para la multiplexación/demultiplexación de datos que se describe en las formas de

realización anteriores, la presente invención posibilita la multiplexación y convergencia de múltiples señales de baja tasa de transmisión en una sola señal con una tasa de la clase de 5 Gb/s para la transmisión en una red MAN, que cumple el requisito sobre el alcance de transmisión por una red de área metropolitana MAN al mismo tiempo que eleva la eficiencia de utilidad de una longitud de onda única.

5 La finalidad, la solución técnica y las ventajas de la presente invención se han descrito con más detalle por las formas de realización preferidas anteriores. Conviene señalar que lo anterior presenta solamente formas de realización preferidas de la presente invención y no es para uso como limitación de la invención. Cualesquiera modificaciones, sustituciones
10 equivalentes y mejoras, dentro del principio de la idea inventiva, deben cubrirse en el alcance de protección de la invención.

15

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de multiplexación para una Red de Área Metropolitana, caracterizado porque el aparato de multiplexación comprende:

dos módulos de transmisión de datos de 2,5 Gb/s;

un módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30');

un módulo de multiplexación (22) y

un módulo de transmisión óptica (12), en donde

el módulo de transmisión de datos de 2,5 Gb/s comprende dos transceptores ópticos de GE (60), dos módulos de interfaz de capa física de GE (50) y un módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico (40, 40'); en donde

los transceptores ópticos de GE (60) están adaptados para convertir una señal óptica de servicio de GE aplicada a la entrada desde el exterior en una señal eléctrica serie de capa física de GE y para proporcionar, a la salida, la señal eléctrica serie de capa física de GE al módulo de interfaz de capa física de GE (50);

el módulo de interfaz de capa física de GE (50) está adaptado para convertir la señal eléctrica serie de capa física de GE, procedente del transceptor óptico de GE (60), en una señal eléctrica de capa física de GE en conformidad con una interfaz independiente de medios de gigabit y para proporcionar, a la salida, la señal eléctrica de capa física de GE al módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico (40, 40') y

el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico (40, 40') está adaptado para la encapsulación y mapeado de dos señales eléctricas de capa física de GE procedentes del módulo de interfaz de capa física de GE (50), para convertir las dos señales eléctricas de capa física de GE en una señal eléctrica en paralelo con una tasa de transmisión total de 2,5 Gb/s y para proporcionar, a la salida, la señal eléctrica en paralelo convertida al módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30');

el módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') está adaptado para convertir dos grupos de señales eléctricas en paralelo en un solo grupo de señales eléctricas en paralelo con una tasa de transmisión total de aproximadamente 5 Gb/s y para proporcionar, a la salida, las señales eléctricas al módulo de multiplexación (22);

el módulo de multiplexación (22) está adaptado para convertir el grupo de señales eléctricas en paralelo a la entrada con una tasa de transmisión total de aproximadamente 5 Gb/s a una señal eléctrica serie con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s y para proporcionar, a la salida, la señal eléctrica serie con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s al módulo de transmisión óptica (12);

el módulo de transmisión óptica (12) está adaptado para convertir la señal eléctrica serie con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s desde el módulo de multiplexación (22) en una señal óptica con la misma tasa de transmisión y para proporcionar, a la salida, la señal óptica a una fibra óptica de transmisión.

2. El aparato de multiplexación según la reivindicación 1, en donde el módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') se refiere a un módulo de conversión de bus y de intercalación de bits (30) o a un módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes (30').

3. El aparato de multiplexación según la reivindicación 1, que comprende, además: un dispositivo de codificación de FEC, en donde:

el dispositivo de codificación de FEC está adaptado para realizar una codificación de FEC de la señal de serie procedente del módulo de multiplexación (22) y para proporcionar, a la salida, la señal serie después de la codificación de FEC al módulo de transmisión óptica (12).

4. Un aparato de multiplexación para una Red de Área Metropolitana, caracterizado porque el aparato de multiplexación comprende:

dos módulos de transmisión de datos de 2,5 Gb/s;

un módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30');

un módulo de multiplexación (22) y

un módulo de transmisión óptica (12), en donde

el módulo de transmisión de datos de 2,5 Gb/s comprende un módulo de recepción óptica de STM-16 (80) y un módulo de procesamiento de señales STM-16 (70), en donde

el módulo de recepción óptica (80) de STM-16 está adaptado para convertir la señal óptica STM-16 externamente aplicada en la entrada en una señal eléctrica de servicio y para transmitir la señal al módulo de procesamiento de señales STM-16 (70) y

el módulo de procesamiento de señales STM-16 (70) está adaptado para realizar la alineación de tramas y el procesamiento de sobrecargas para la señal eléctrica recibida desde el módulo de recepción óptica de STM-16 (80), para generar un grupo de señales en paralelo con una tasa de transmisión total de 2,5 Gb/s y para proporcionar, a la salida, las señales al módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30');

el módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') está adaptado para convertir dos grupos de señales eléctricas en paralelo en un solo grupo de señales eléctricas en paralelo con una tasa de transmisión total de aproximadamente 5 Gb/s y para proporcionar, a la salida, las señales eléctricas al módulo de multiplexación (22);

el módulo de multiplexación (22) está adaptado para convertir el grupo de señales eléctricas en paralelo, a la entrada, con una tasa de transmisión total aproximada de 5 Gb/s a una señal eléctrica serie con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s y para proporcionar, a la salida, la señal eléctrica serie con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s al módulo de transmisión óptica (12);

el módulo de transmisión óptica (12) está adaptado para convertir la señal eléctrica serie con una tasa de transmisión aproxima de 5 Gb/s, procedente del módulo de multiplexación (22), en una señal óptica con la misma tasa de transmisión y para proporcionar, a la salida, la señal óptica a una fibra óptica de transmisión.

5. El aparato de multiplexación según la reivindicación 4, en donde el módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') se refiere a un módulo de conversión de bus y de intercalación de bits (30) o a un módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes (30').

6. El aparato de multiplexación según al reivindicación 4 que comprende, además, un dispositivo de codificación de FEC, en donde

el dispositivo de codificación de FEC está adaptado para realizar una codificación de FEC de la señal serie procedente del módulo de multiplexación (22) y para proporcionar, a la salida, la señal serie, después de la codificación de FEC, al módulo de transmisión óptica (12).

7. Un aparato de demultiplexación para una Red de Área Metropolitana, caracterizado porque el aparato de demultiplexación comprende:

un módulo de recepción óptica (11);

un módulo de frecuencia de reloj y recuperación de datos+demultiplexación CDR+DEMUX (21) y

un módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30');

dos módulos de transmisión de datos de 2,5 Gb/s; en donde

el módulo de recepción óptica (11) está adaptado para convertir una señal óptica externamente aplicada a la entrada con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s en una señal eléctrica y para proporcionar, a la salida, la señal eléctrica al módulo CDR+DEMUX (21);

el módulo CDR+DEMUX (21) está adaptado para realizar la extracción de la frecuencia de reloj, recuperación de datos, demultiplexación de señales y conversión serie/paralelo de la señal eléctrica desde el módulo de recepción óptica (11), generar un grupo de señales en paralelo con una tasa de transmisión total aproximada de 5 Gb/s y proporcionar, a la salida, las señales en paralelo al módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30');

el módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') está adaptado para convertir el grupo de señales en paralelo con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s procedentes del módulo CDR+DEMUX (21) en dos grupos de señales en paralelo de baja tasa de transmisión y proporcionar, a la salida, las señales de baja tasa de transmisión;

el módulo de transmisión de datos de 2,5 Gb/s comprende: un módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico (40, 40'), dos módulos de interfaz de capa física de GE (50) y dos transceptores ópticos de GE (60); en donde

el módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico (40, 40') está adaptado para realizar la búsqueda de tramas, la demultiplexación y la desencapsulación del grupo de señales en paralelo de baja tasa de

transmisión procedentes del módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') y para proporcionar, a la salida, dos grupos de señales, respectivamente, a los dos módulos de interfaz de capa física de GE (50);

el módulo de interfaz de capa física de GE (50) está adaptado para convertir las señales de capa física de GE en paralelo procedentes del módulo de encapsulación, mapeado y formación de tramas del tráfico (40, 40') en una señal serie de capa física de GE y para proporcionar, a la salida, la señal serie al transceptor óptico de GE (60);

el transceptor óptico de GE (60) está adaptado para convertir la señal serie desde el módulo de interfaz de capa física de GE (50) en una señal óptica de la misma tasa de transmisión y proporcionar, a la salida, la señal óptica.

8. El aparato de demultiplexación según la reivindicación 7, en donde el módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') se refiere a un módulo de conversión de bus y de intercalación de bits (30) o a un módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes (30').

9. El aparato de demultiplexación según la reivindicación 7, en donde el módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') comprende un módulo de cruzamiento 2x2 (32) adaptado para realizar una operación de conmutación entre dos grupos de señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión total de 2,5 Gb/s después de la conversión y para proporcionar, a la salida, las señales conmutadas.

10. El aparato de demultiplexación según la reivindicación 9, en donde el módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') se refiere al módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes (30'), comprendiendo el aparato de demultiplexación, además, en la dirección de recepción:

un módulo de separación de señales (35), adaptado para recibir dos flujos de señales en paralelo, cada uno con una tasa de transmisión total de 2,5 Gb/s procedentes del módulo de CDR+DEMUX (21), para buscar bytes de alineación de tramas de los dos grupos de señales en paralelo, respectivamente, para separar los dos grupos de señales en paralelo con una tasa de transmisión de 2,5 Gb/s y para proporcionar, a la salida, las señales en paralelo al módulo de cruzamiento 2x2 (32).

11. El aparato de demultiplexación según cualquiera de los apartados de la reivindicación 10 que comprende, además, un dispositivo de decodificación FEC, en donde

el dispositivo de decodificación FEC está adaptado para realizar una decodificación FEC de la señal serie procedente del módulo de recepción óptica (11) y para proporcionar, a la salida, la señal serie después de la decodificación de FEC al módulo CDR+DEMUX (21).

12. Un aparato de demultiplexación para una Red de Área Metropolitana, caracterizado porque el aparato de demultiplexación comprende:

un módulo de recepción óptica (11);

un módulo de secuencia de reloj y recuperación de datos + demultiplexación CDR+DEMUX (21) y

un módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30');

dos módulos de transmisión de datos de 2,5 Gb/s, en donde

el módulo de recepción óptica (11) está adaptado para convertir una señal óptica externamente aplicada a la entrada con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s en una señal eléctrica y para proporcionar, a la salida, la señal eléctrica al módulo CDR+DEMUX (21);

el módulo CDR+DEMUX (21) está adaptado para realizar una extracción de frecuencia de reloj, la recuperación de datos, la demultiplexación de la señal y la conversión serie/paralelo de la señal eléctrica procedente del módulo de recepción óptica (11), para generar un grupo de señales en paralelo con una tasa de transmisión total aproximada de 5 Gb/s y para proporcionar, a la salida, las señales en paralelo al módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30');

el módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') está adaptado para convertir el grupo de señales en paralelo con una tasa de transmisión aproximada de 5 Gb/s procedente del módulo CDR+DEMUX (21) en dos grupos de señales en paralelo de baja tasa de transmisión y para proporcionar, a la salida, las señales de baja tasa de transmisión;

el módulo de transmisión de datos de 2,5 Gb/s comprende un módulo de procesamiento de señales STM-16 (70) y un módulo de transmisión óptica de STM-16 (90); en donde

el módulo de procesamiento de señales STM-16 (70) está adaptado para realizar las operaciones de alineación de tramas, procesamiento de sobrecargas y supervisión del rendimiento para un grupo de señales en paralelo de baja tasa

de transmisión, procedentes del módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') y para proporcionar, a la salida, las señales al módulo de transmisión óptica de STM-16 (90);

el módulo de transmisión óptica de STM-16 (90) está adaptado para convertir la señal eléctrica recibida desde el módulo de procesamiento de señales STM-16 (70) en la señal óptica de la misma tasa de transmisión y para proporcionar, a la salida, la señal óptica.

13. El aparato de demultiplexación según la reivindicación 12, en donde el módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') se refiere al módulo de conversión de bus y de intercalación de bits (30) o a un módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes (30').

14. El aparato de demultiplexación según la reivindicación 12, en donde el módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') comprende un módulo de cruzamiento 2x2 (32), adaptado para realizar una operación de conmutación entre dos grupos de señales en paralelo, cada una con una tasa de transmisión total de 2,5 Gb/s después de la conversión y para proporcionar, a la salida, las señales conmutadas.

15. El aparato de demultiplexación según la reivindicación 14, en donde el módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') se refiere al módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes (30'), comprendiendo el aparato de demultiplexación, además, en la dirección de recepción:

un módulo de separación de señales (35), adaptado para recibir dos grupos de señales en paralelo, cada uno con una tasa de transmisión total de 2,5 Gb/s procedentes del módulo CDR+DEMUX (21), para buscar bytes de alineación de tramas de los dos grupos de señales en paralelo, respectivamente, para separar los dos grupos de señales en paralelo con una tasa de transmisión de 2,5 Gb/s y para proporcionar, a la salida, las señales en paralelo al módulo de cruzamiento 2x2 (32).

16. El aparato de demultiplexación según la reivindicación 12 que comprende, además: un dispositivo de decodificación de FEC, en donde

el dispositivo de decodificación de FEC está adaptado para realizar una decodificación de FEC de la señal serie procedente del módulo de recepción óptica (11) y para proporcionar, a la salida, la señal serie después de la decodificación de FEC al módulo CDR+DEMUX (21).

17. Un sistema de comunicación óptica para una Red de Área Metropolitana, caracterizado porque el sistema de comunicación óptica comprende un aparato de multiplexación según la reivindicación 1 y un aparato de demultiplexación según la reivindicación 7.

18. El sistema de comunicación óptica según la reivindicación 17, en donde la unidad de transmisión óptica comprende, además, un aparato de demultiplexación de sub tasa de transmisión, comprendiendo la unidad de recepción óptica, además, un aparato de multiplexación de sub tasa de transmisión.

19. El sistema de comunicación óptica según la reivindicación 17, en donde el módulo de conversión de bus y de intercalación (30, 30') se refiere al módulo de conversión de bus y de intercalación de bits (30) o a un módulo de conversión de bus y de intercalación de bytes (30').

20. El sistema de comunicación óptica según la reivindicación 17 que comprende, además, un módulo de codificación de FEC y un módulo de decodificación de FEC;

el módulo de codificación de FEC está adaptado para realizar una codificación de FEC de la señal eléctrica procedente del módulo de multiplexación (22) y para transmitir la señal codificada al módulo de transmisión óptica (12);

el módulo de decodificación de FEC está adaptado para recibir la señal eléctrica procedente del módulo de recepción óptica (11), para realizar una decodificación de FEC de la señal recibida y para proporcionar, a la salida, la señal decodificada al módulo CDR+DEMUX (21).

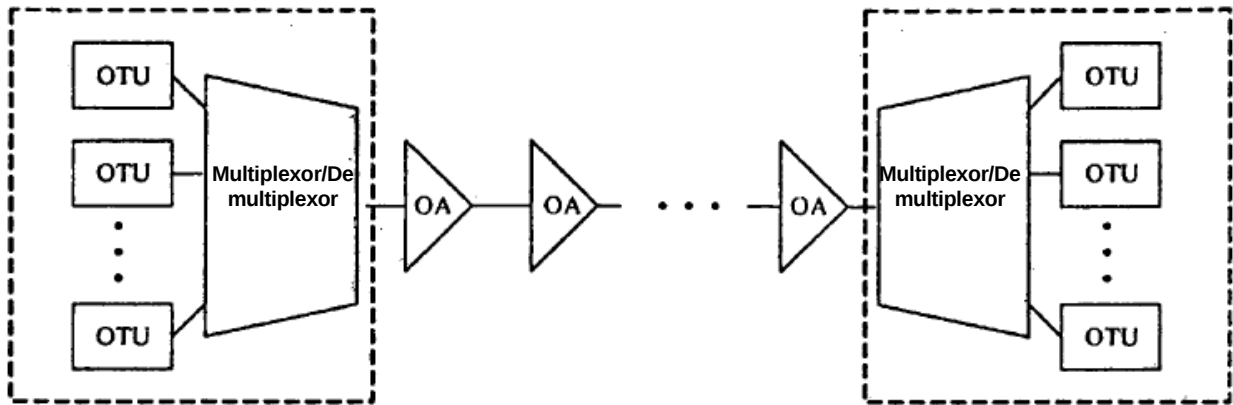


Figura 1

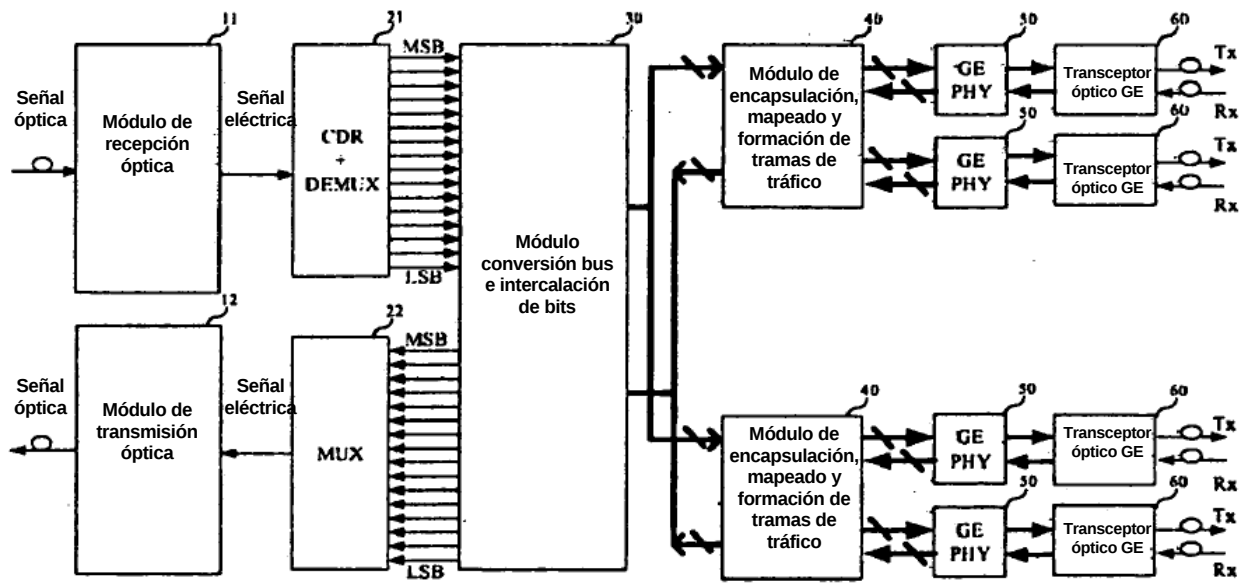


Figura 2

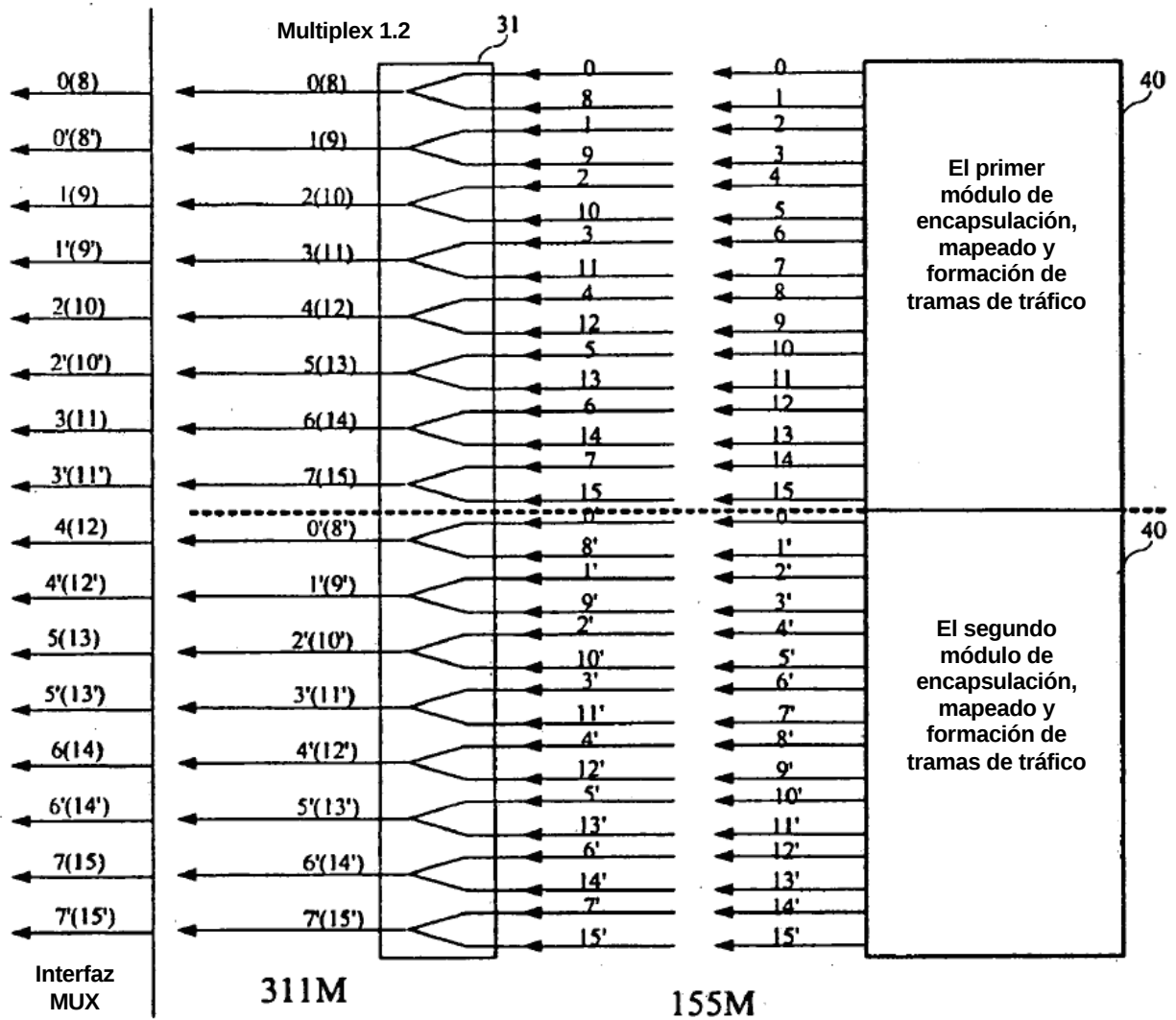


Figura 3

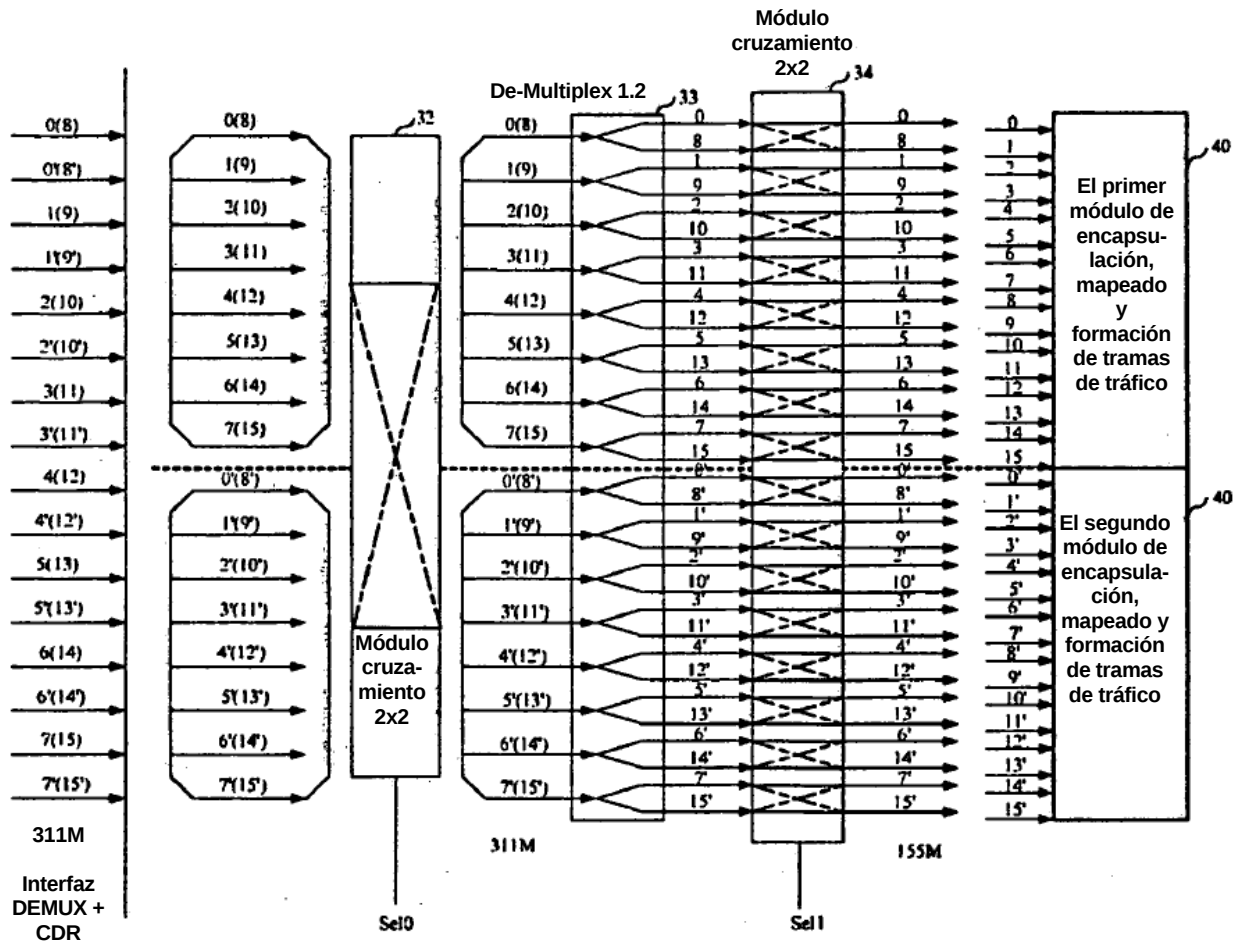


Figura 4

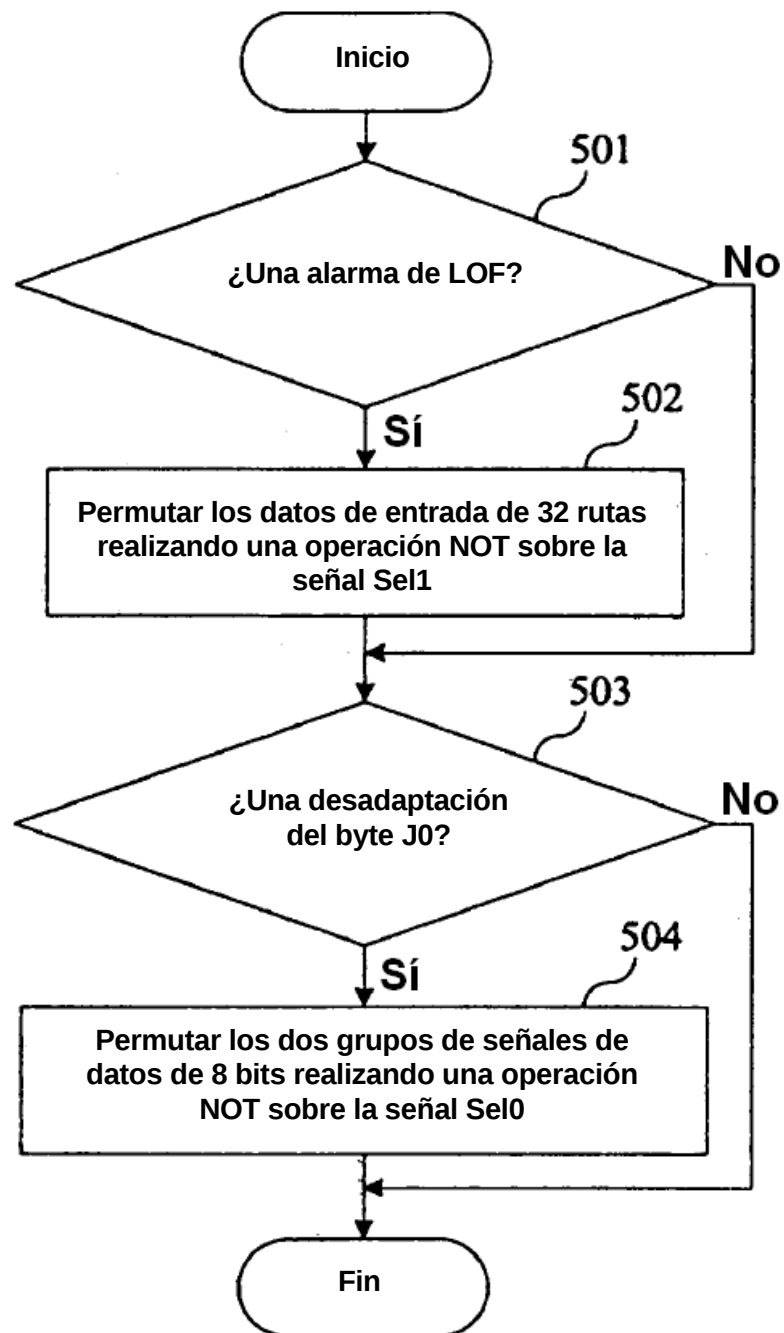


Figura 5

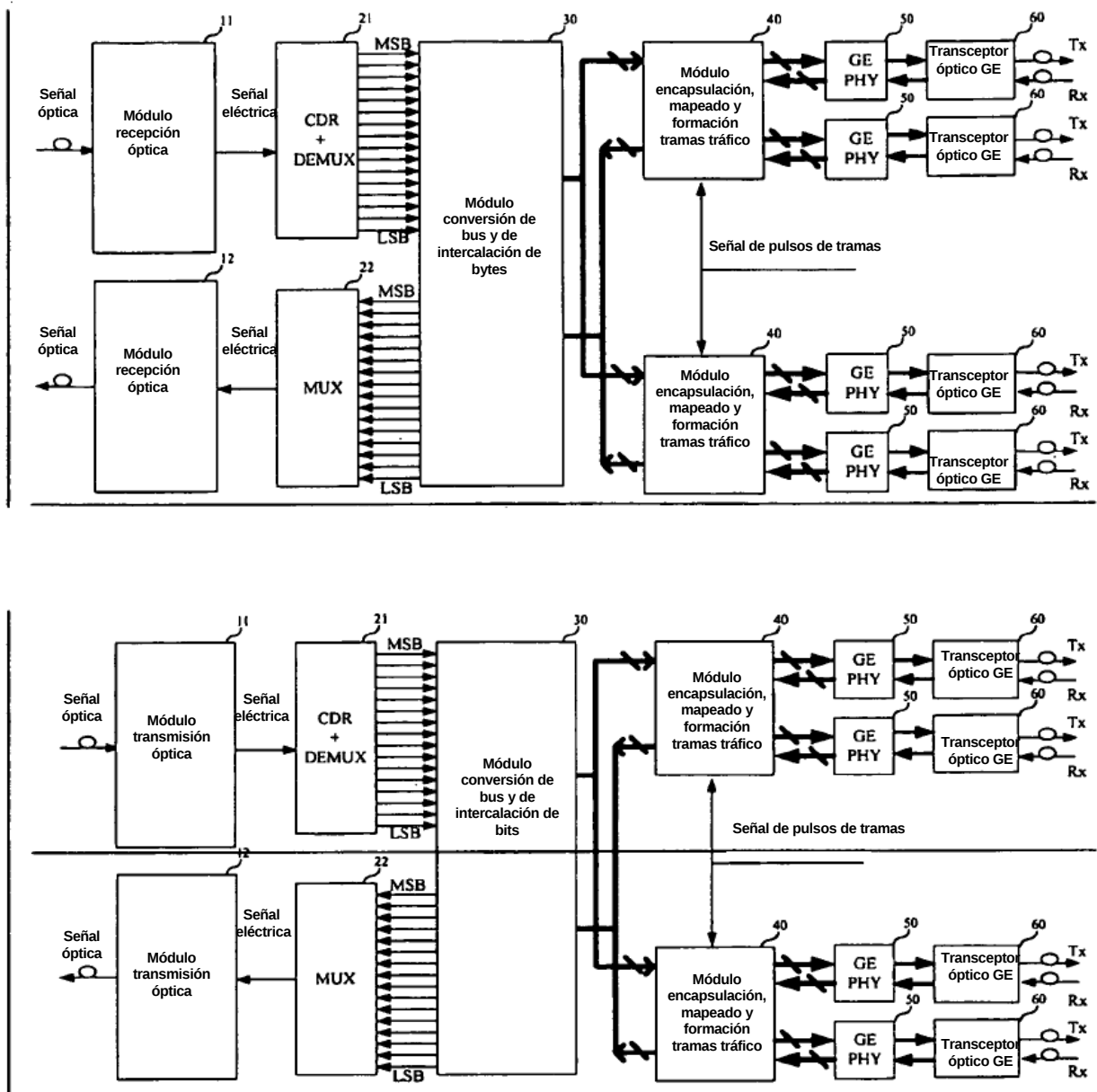


Figura 6

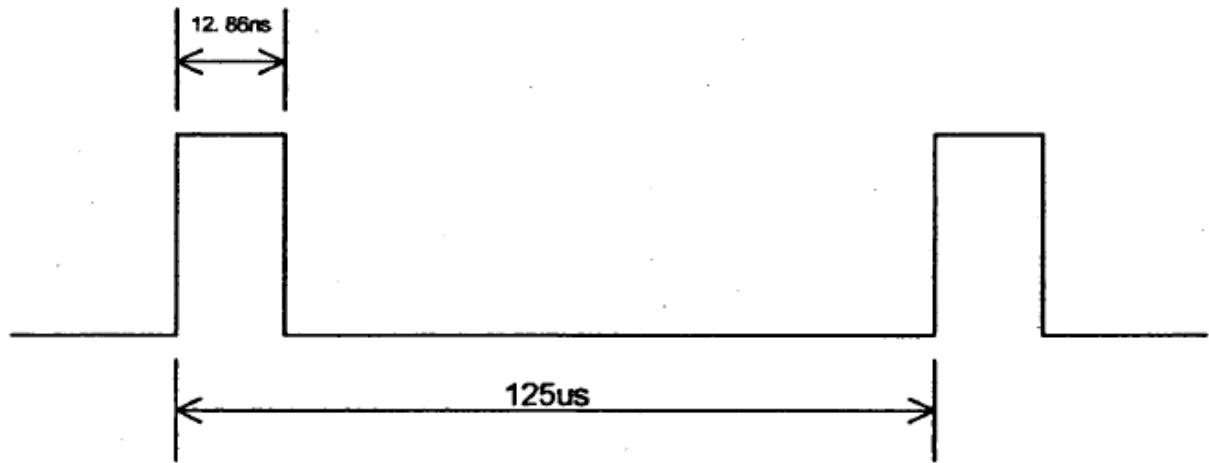


Figura 7

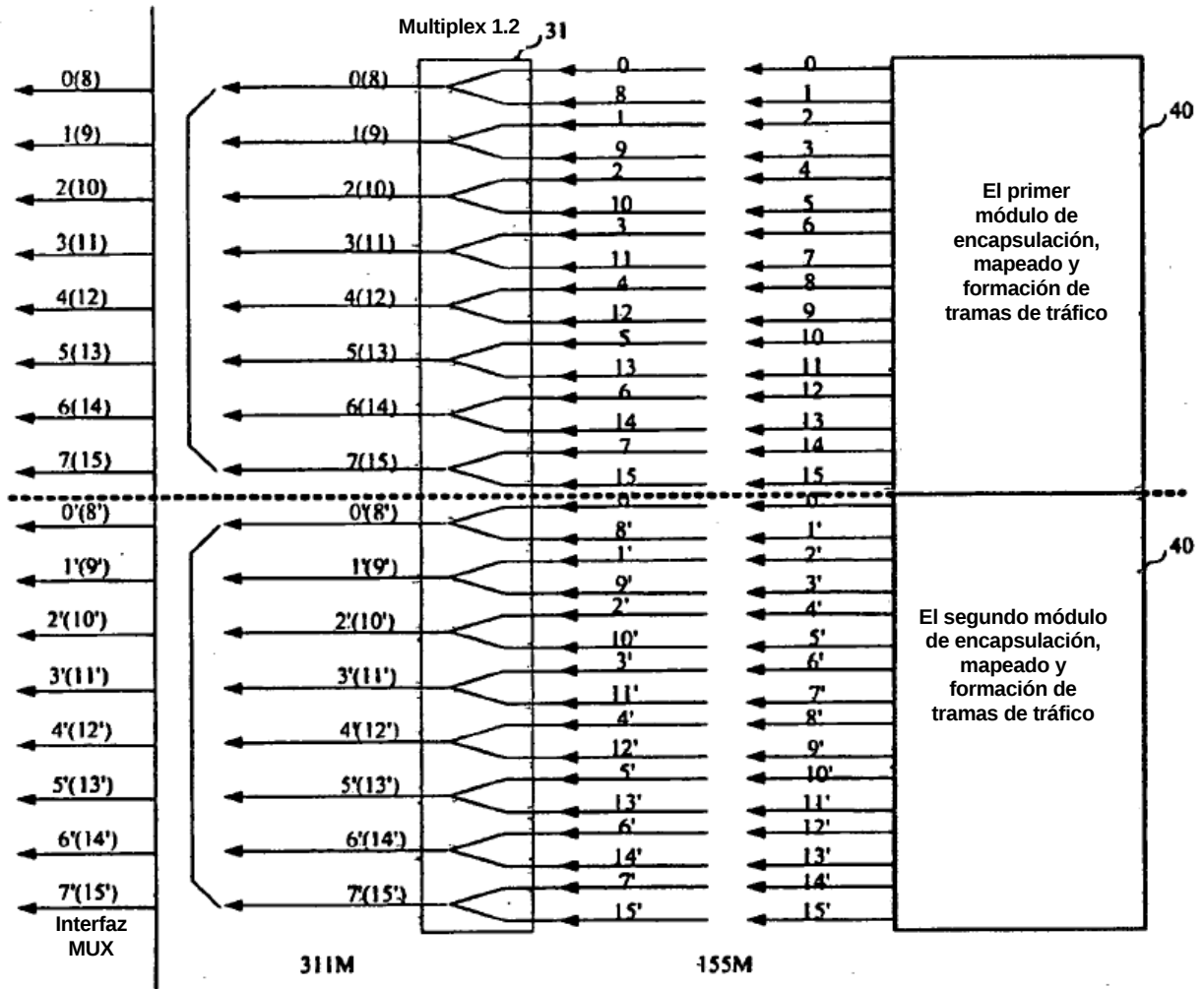


Figura 8

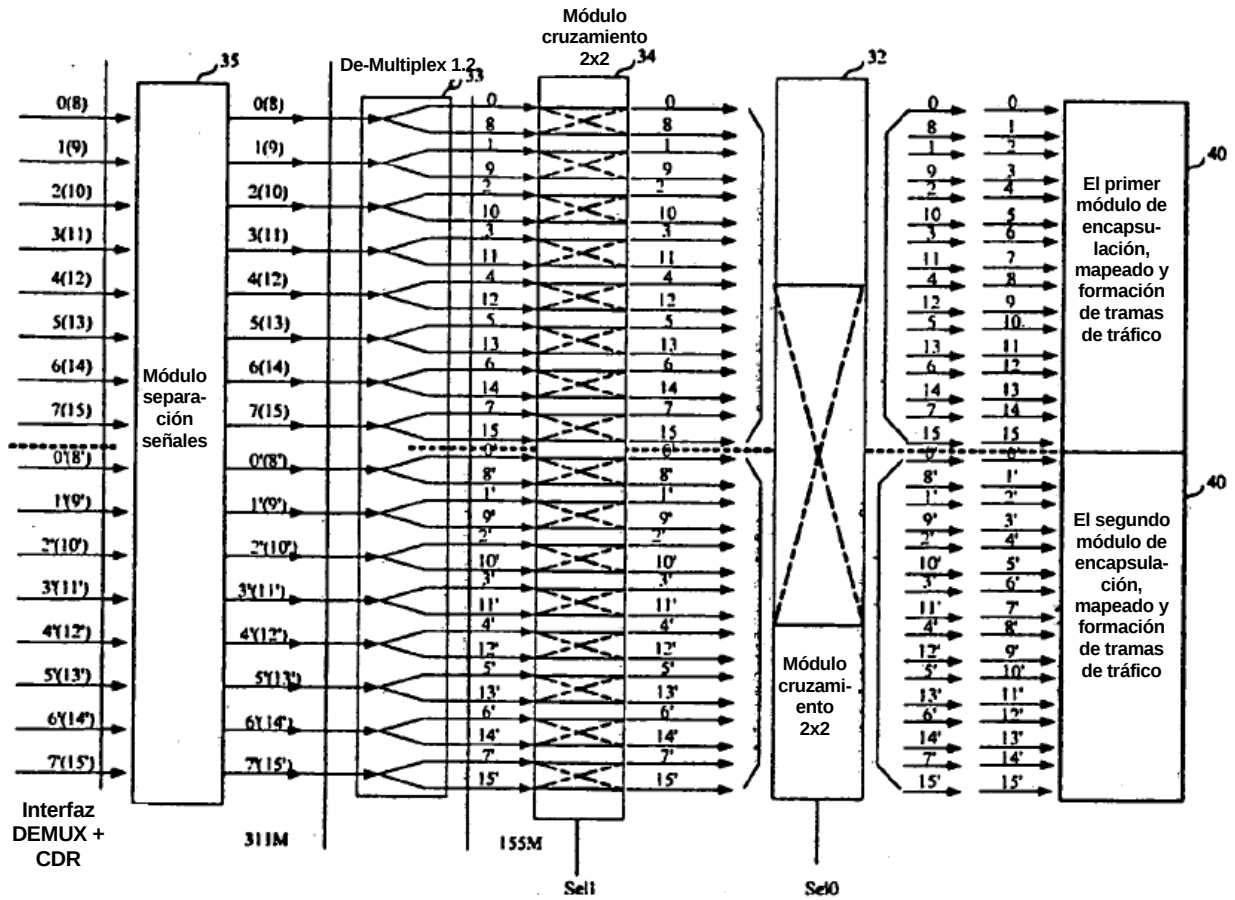


Figura 9

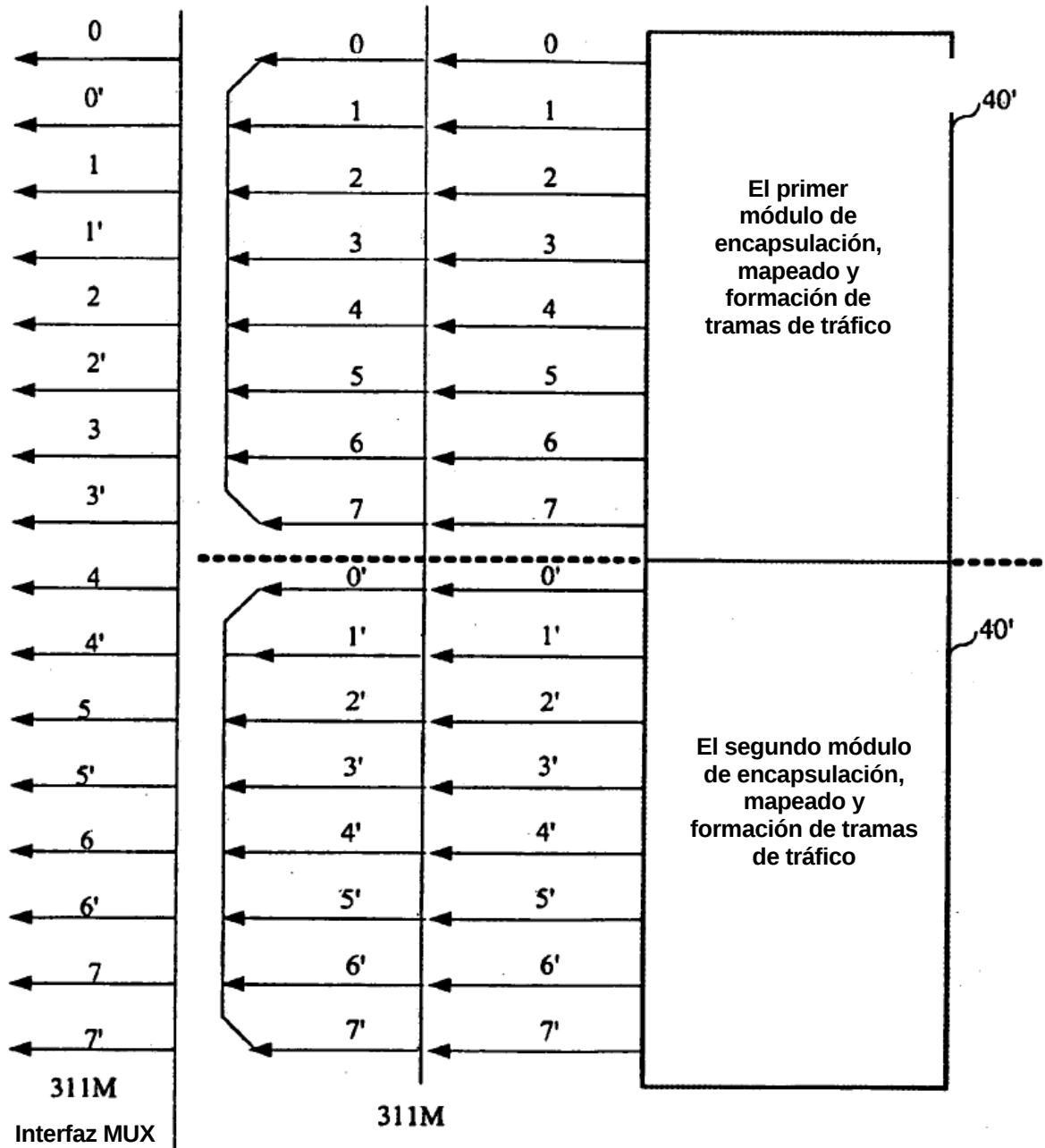


Figura 10

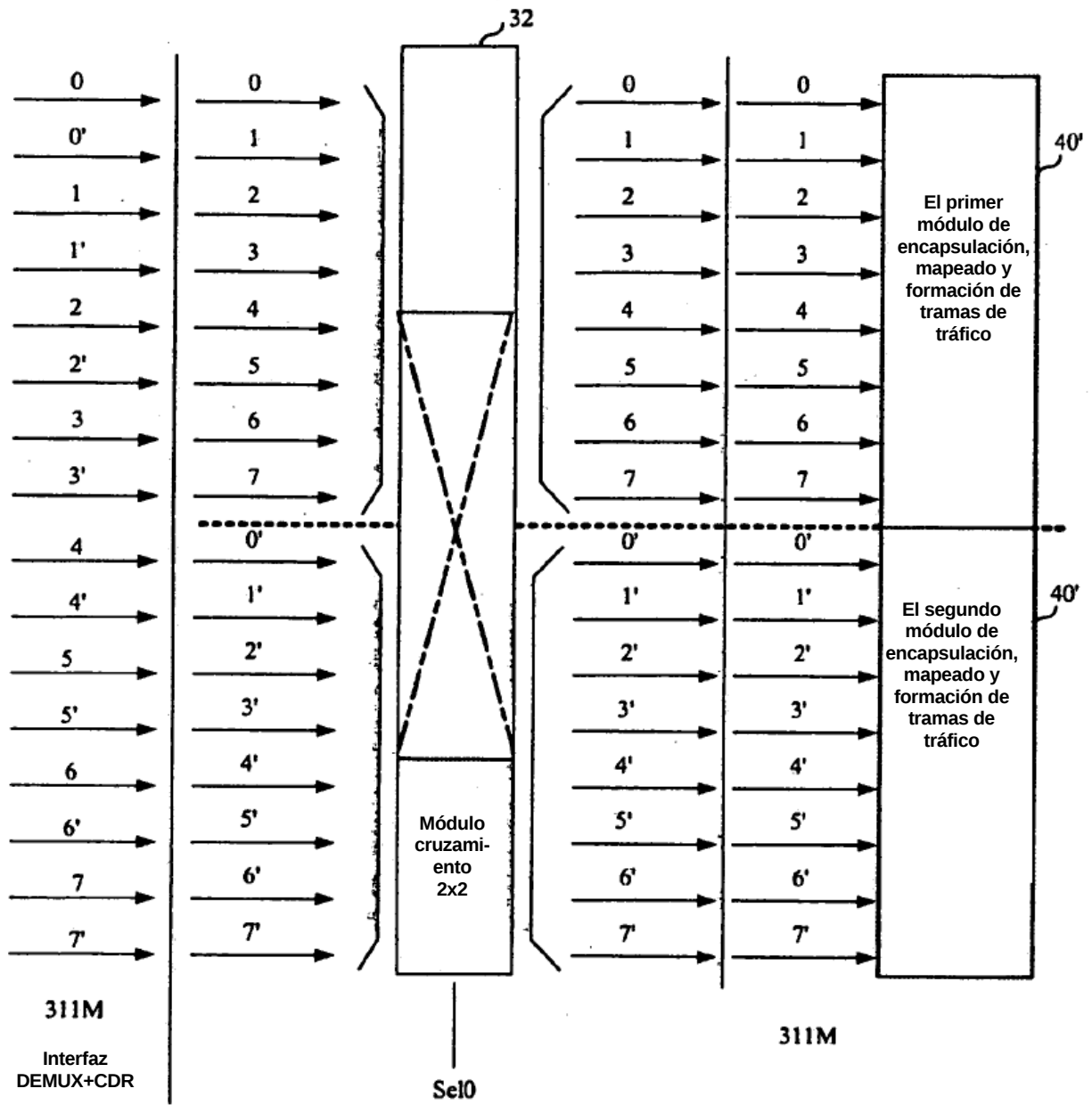


Figura 11

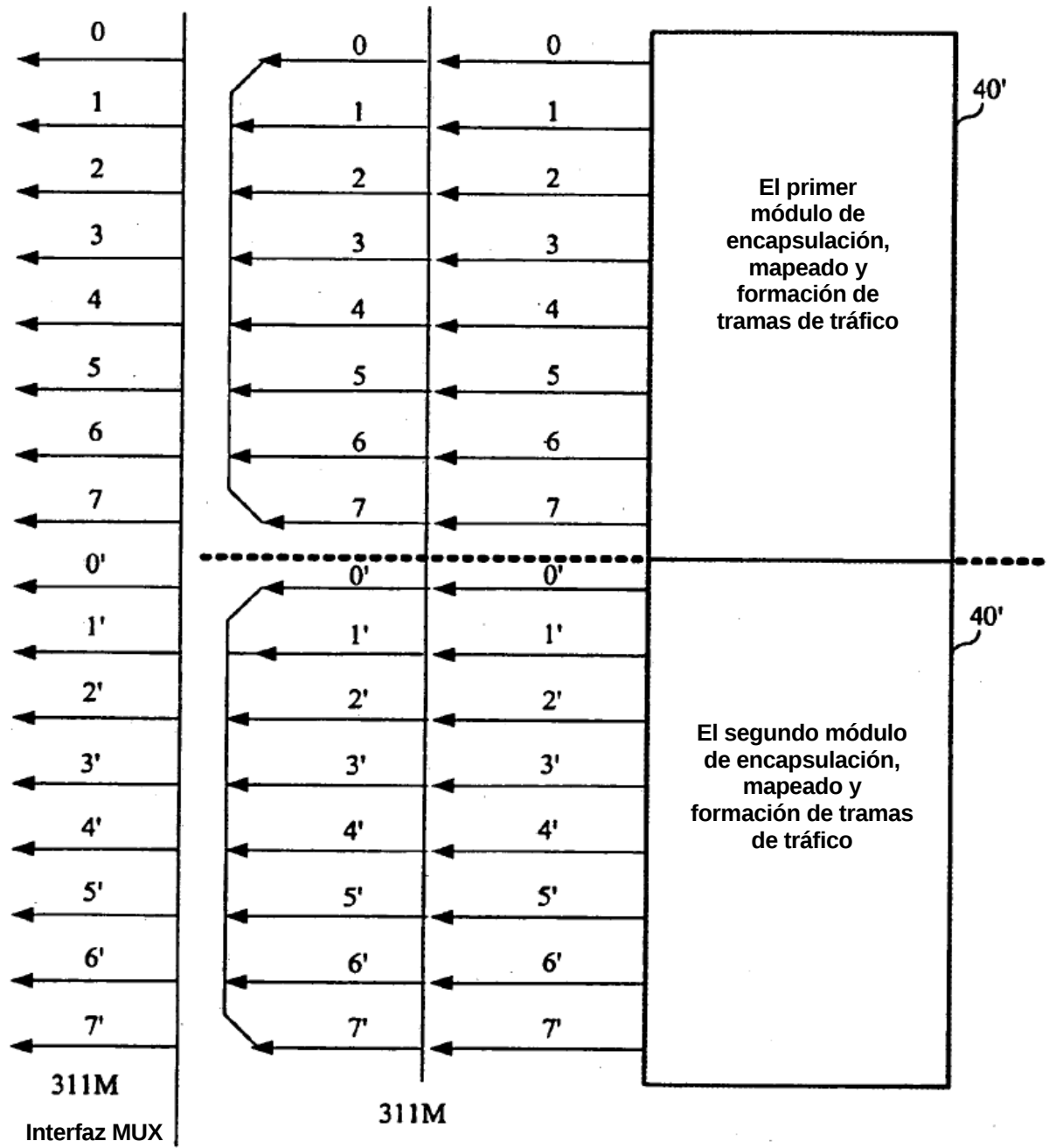


Figura 12

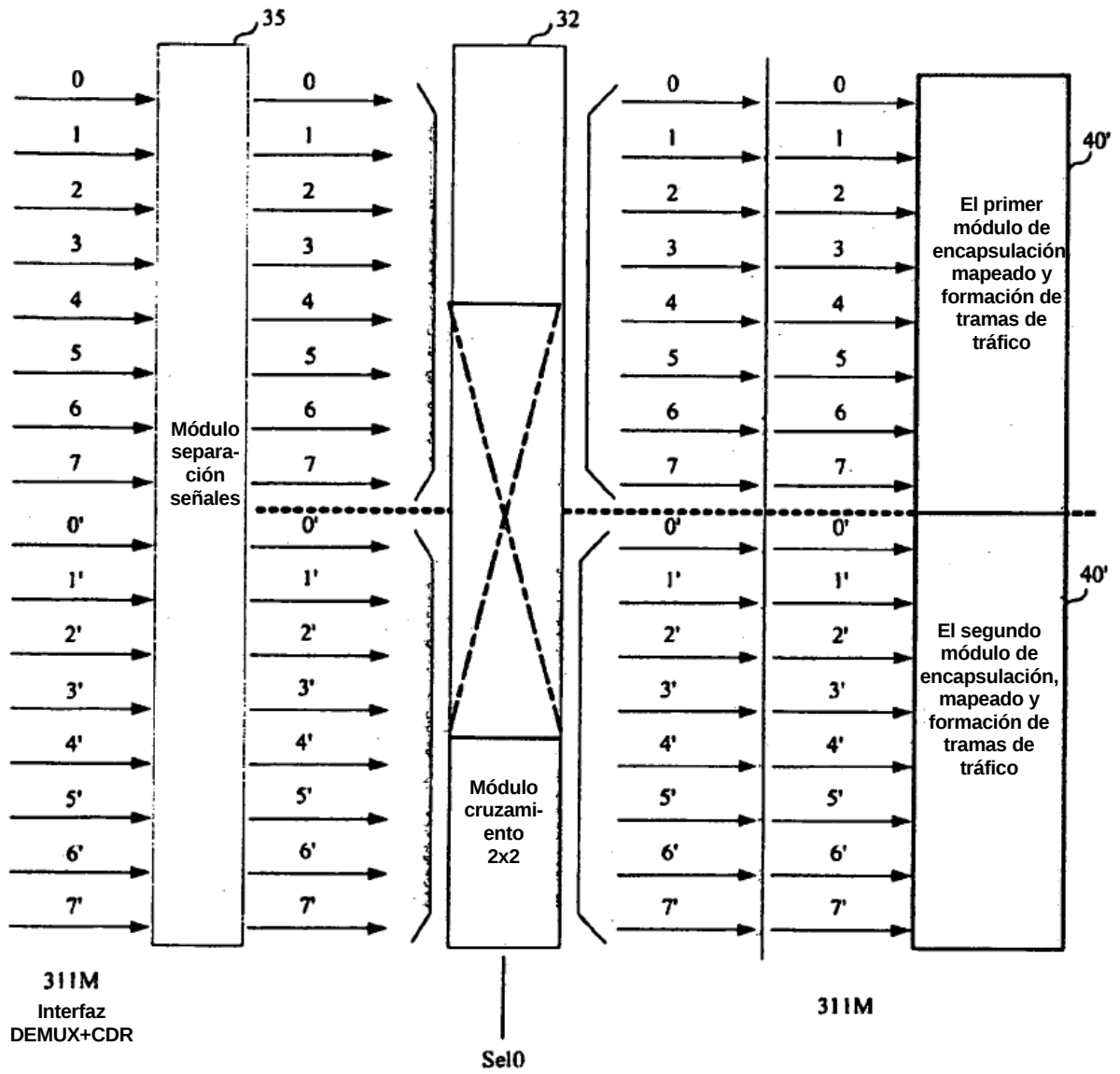


Figura 13

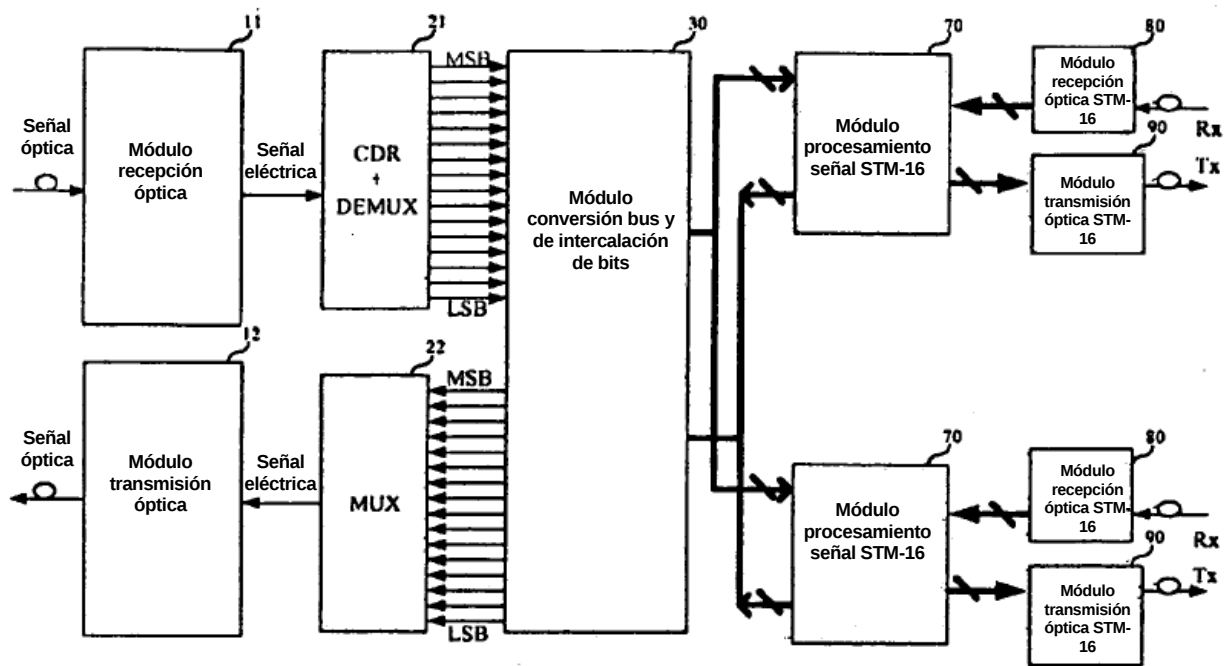


Figura 14