

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 479**

51 Int. Cl.:

H04L 29/06 (2006.01)

H04J 14/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2008** **E 11180134 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016** **EP 2421224**

54 Título: **Método y equipo de transporte de señal de cliente en una red óptica de transporte**

30 Prioridad:

15.06.2007 CN 200710127016

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

07.03.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DONG, LIMIN y
WU, QIUYOU**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 604 479 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y equipo de transporte de señal de cliente en una red óptica de transporte

Campo de la invención

5 La presente invención está relacionada con una tecnología de comunicación óptica y, más en particular, con un método y un equipo para transportar una señal de cliente en una red óptica de transporte (OTN).

Antecedentes de la invención

10 Con el rápido desarrollo de la economía social, ha aumentado en gran medida la demanda de información por parte de las personas. Gracias a una gran capacidad potencial de ancho de banda de la fibra óptica de aproximadamente 30 THz, la comunicación de fibra óptica se ha convertido en una de las más importantes tecnologías que soportan el incremento del tráfico de comunicaciones.

En la OTN, la tecnología de mapeo y de envolvente de una señal de cliente para ser transportada en la OTN se denomina una tecnología de envolvente digital que incluye, por ejemplo, una estructura de mapeo/multiplexación de una unidad de transporte de canal óptico (OTU) y la multiplexación por división de tiempo y los medios técnicos de mapeo de señal de cliente de una unidad k de datos de canal óptico (ODUk).

15 Con el fin de transmitir una señal de cliente, en primer lugar, la señal de cliente se mapea sobre una unidad j de carga útil de canal óptico (OPUj), en donde j representa una tasa binaria soportada, que puede ser 1, 2 y 3, que representan, respectivamente, los niveles de tasa de aproximadamente 2,5 Gbit/s, 10 Gbit/s y 40 Gbit/s, a continuación se añade un suplemento de la OPUj, con el fin de formar la OPUj. A continuación, se le añaden a la OPUj un suplemento de canal de una unidad j ODUj de datos del canal óptico con el fin de formar la ODUj. A continuación, se le añaden a la ODUj un suplemento de la OTU y un suplemento de corrección de errores en destino (FEC), con el fin de constituir una unidad j de transporte de canal óptico (OTUj). A continuación, la OTUj se le asigna una determinada longitud de onda y se transmite.

25 Cuando la señal de cliente se mapea sobre la OPUj, con el fin de transportar diferentes tipos de señales de cliente, en la especificación de la OTN se proporciona una pluralidad de métodos de mapeo de servicios, incluyendo un método de mapeo de señales de tasa binaria constante (CBR), un método de mapeo de tramas de procedimiento de entramado genérico (GFP) y un método de mapeo de flujos de células en el modo de transferencia asíncrona (ATM). A medida que los servicios de datos siguen creciendo continuamente, se plantean nuevas demandas sobre la capacidad de transporte transparente de tasa completa de la OTN, de forma que el modo de mapeo de CBR se aplica cada vez con más frecuencia.

30 En la técnica anterior, se proporciona un método de mapeo de CBR agnóstico y en la FIG. 1 se representa una estructura de trama de unidad k de carga útil de canal óptico (OPUk) utilizada en el método. En dicha estructura de trama, un Cbyte indica un número de bytes de señal de cliente mapeado dentro de un periodo de trama OTN, de modo que una zona de carga útil de OPUk, con un espacio de bytes de $3808 \times 4 = 15232$ bytes, requiere, en total, una longitud de 14 bits para su indicación, esto es, el Cbyte ocupa 2 bytes. La precisión del valor de Cbyte influye directamente en la fiabilidad para el transporte de las señales de cliente, de modo que, en la técnica anterior, en cada trama se transportan tres valores iguales de Cbyte y se filtran errores utilizando un modo de voto mayoritario, mejorando de este modo la fiabilidad para el transporte de las señales de cliente.

40 Cuando las señales de cliente se mapean sobre las OPUk-Xv concatenadas virtualmente (X OPUk concatenadas virtualmente) de la OTN utilizando el método de mapeo de CBR agnóstico, el suplemento de la concatenación virtual (VCOH) y el identificador de estructura de carga útil (PSI) ocupan un espacio de 4 bytes en cada suplemento de la OPUk de las OPUk-Xv, de modo que únicamente se dejan 4 bytes en la 16ª columna para el Cbyte y en consecuencia, no se pueden satisfacer las demandas sobre la indicación de espacio y voto mayoritario, y el Cbyte que ocupa sólo 2 bytes no puede indicar un espacio de bytes en el caso de más de 5 OPUk concatenadas virtualmente.

45 Con el fin de resolver los problemas indicados más arriba, en la técnica anterior se utilizan los siguientes métodos.

50 En primer lugar, en el caso de OPUk-2v (2 OPUk concatenadas virtualmente), cada 2 bytes en los bytes residuales del suplemento de canal OPUk-2v se distribuyen para un solo Cbyte y los errores se filtran utilizando el modo del voto mayoritario. Además, se puede indicar completamente un espacio de bytes de $3808 \times 4 \times 2$ para la OPUk-2v. Una de las posibles soluciones de distribución es la que se muestra en la estructura de trama de OPUk-2v de la FIG. 2.

A continuación, en el caso de OPUk-Xv ($X \geq 3$) (más de 3 unidades OPUk concatenadas virtualmente), se distribuyen 3 bytes para un solo Cbyte y el Cbyte que ocupa 3 bytes puede indicar un espacio de bytes máximo

de 3808x4x256 para la OPUk-Xv (esto es, como máximo, se pueden soportar X=256 tramas de OPUk concatenadas virtualmente). Además, existen al menos 3 tramas de OPUk concatenadas virtualmente, por lo que para realizar el modo del voto mayoritario en el OH de la OPUk-Xv se distribuyen espacios para 3 Cbyte. La estructura de trama detallada se puede obtener haciendo referencia a una estructura de trama OPUk-3v que se muestra en la FIG. 3.

Durante el proceso de investigación y puesta en práctica de la técnica anterior, el/los inventor(es) de la presente invención han descubierto que en la técnica anterior existen los siguientes problemas.

En primer lugar, a medida que se incrementa el número de bytes del espacio de bytes de Cbyte, si durante el transporte se produce un error en uno cualquiera de los 16 bits, el valor del Cbyte completo es incorrecto. La fiabilidad y la tolerancia a errores no son aceptables si sólo se transportan 3 Cbyte iguales en cada trama y utilizando el modo del voto mayoritario. Además, en cada trama se transportan 3 Cbyte iguales, por lo que se ocupa un número de bytes suplementarios excesivos, lo cual no ayuda a una expansión normalizada adicional.

Además, para la OPUk-Xv no se proporciona ninguna estructura de trama de mapeo CBR agnóstica, con un formato uniforme, lo que constituye un inconveniente para conseguir la uniformidad de la estructura de trama de mapeo de CBR. En el método de mapeo CBR agnóstico indicado más arriba, el número Cn de bytes de señal de cliente que se transporta en el periodo de trama OTN, se ha convertido en un factor importante que influye sobre la fiabilidad.

Resumen de la invención

En consecuencia, la presente invención se refiere a un método para transmitir y recibir una señal de cliente en una OTN, que es capaz de mejorar la fiabilidad para el transporte de un número de bytes de señal de cliente.

En un modo de realización, la presente invención proporciona un método para transmitir una señal de cliente en una OTN, el cual incluye los siguientes pasos.

Se obtiene una señal de cliente, y de la señal de cliente se recupera un reloj de señal de cliente.

Se genera un número Cn de bytes de señal de cliente transportado en un período de trama OTN en función del reloj de señal de cliente y un reloj del sistema.

Se determina si el número Cn de bytes de señal de cliente excede o no un rango del número de bytes de señal de cliente transportados en el periodo de trama OTN.

Si el Cn de la trama OTN se encuentra dentro del rango, se identifica como normal una zona predeterminada en un campo suplementario de la OPUk de la trama OTN, y el Cn se incluye en el campo suplementario de la OPUk. Al mismo tiempo, los Cn bytes de señal de cliente se mapean sobre una zona de carga útil de la OPUk de una siguiente trama OTN, y se transmite a la red OTN una OTU que incluye la OPUk.

En un modo de realización, la presente invención proporciona un método para recibir una señal de cliente en una OTN, el cual incluye los siguientes pasos.

Se analiza una OPUk de una trama OTN, con el fin de obtener una primera zona y una segunda zona predeterminadas en un campo suplementario de la OPUk.

Se obtiene un identificador en la primera zona y un número Cn de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona.

Si el identificador indica que el Cn no excede un rango del número de bytes de señal de cliente de la señal de cliente obtenida transportada en un periodo de trama OTN, se compara si el Cn incluido en la segunda zona excede o no un rango del número de bytes de señal de cliente de la señal de cliente obtenida transportada en un periodo de trama OTN, y si no, se almacena el Cn incluido en la segunda zona.

Se recuperan los datos de una zona de carga útil de la OPUk de una siguiente trama OTN de acuerdo con el número Cn de bytes de señal de cliente almacenado, con el fin de obtener un flujo de datos de la señal de cliente.

En un modo de realización, la presente invención proporciona un equipo para transmitir una señal de cliente en una OTN, el cual incluye una unidad de recepción, una unidad de generación del número Cn de bytes de señal de cliente, una unidad de determinación, una unidad de configuración, una unidad de mapeo y una unidad de transmisión.

La unidad de recepción está adaptada para obtener una señal de cliente, y extraer un reloj de señal de cliente a partir de la señal de cliente.

La unidad de generación del número Cn de bytes de señal de cliente está adaptada para generar un número Cn de bytes de señal de cliente transportados en un periodo de trama OTN de acuerdo con el reloj de la señal de cliente y un reloj del sistema.

- 5 La unidad de determinación está adaptada para determinar si el número Cn de bytes de señal de cliente excede o no un rango del número de bytes de señal de cliente transportados en un periodo de trama OTN.

La unidad de configuración está adaptada para configurar y/o completar una zona de una OPUk de la trama OTN.

La unidad de mapeo está adaptada para hacer el mapeo entre bytes de señal de cliente y una zona de carga útil de la OPUk.

La unidad de transmisión está adaptada para transmitir una OTU.

- 10 Si la unidad de determinación determina que el Cn de la trama OTN se encuentra dentro del rango, la unidad de configuración identifica como normal una zona predeterminada en un campo suplementario de la OPUk de la trama OTN, e incluye el Cn en el campo suplementario de la OPUk, la unidad de mapeo mapea los Cn bytes de señal de cliente sobre la zona de carga útil de la OPUk de una siguiente trama OTN, y la unidad de transmisión transmite a la red OTN una OTU que incluye la OPUk.

- 15 En un modo de realización, la presente invención proporciona un equipo para recibir una señal de cliente en una OTN, el cual incluye una unidad de recepción, una primera unidad de análisis, una segunda unidad de análisis, una primera unidad de determinación, una unidad de almacenamiento, y una unidad de recuperación de la señal de cliente.

La unidad de recepción está adaptada para obtener una OPUk desde la OTN.

- 20 La primera unidad de análisis está adaptada para analizar la OPUk de una trama OTN, con el fin de obtener un identificador en una primera zona de un campo suplementario de la OPUk.

La segunda unidad de análisis está adaptada para analizar la OPUk de la trama OTN con el fin de obtener un número Cn de bytes de señal de cliente incluido en una segunda zona del campo suplementario de la OPUk.

- 25 La primera unidad de determinación está adaptada para comparar si el Cn obtenido mediante el análisis de la segunda unidad de análisis excede o no un rango del número de bytes de señal de cliente de la señal de cliente obtenida transportada en un periodo de trama OTN, si el identificador indica que el Cn no excede un rango del número de bytes de señal de cliente de la señal de cliente obtenida transportada en un periodo de trama OTN; y si no, se activa la unidad de almacenamiento para almacenar el Cn obtenido mediante el análisis de la segunda unidad de análisis.

- 30 La unidad de almacenamiento está adaptada para mantener el Cn, y almacenar el Cn obtenido mediante el análisis de la segunda unidad de análisis, cuando es activada por la primera unidad de determinación.

La unidad de recuperación de la señal de cliente está adaptada para recuperar los datos de una zona de carga útil de la OPUk de una siguiente trama OTN de acuerdo con el número de bytes de señal de cliente mantenido por la unidad de almacenamiento, con el fin de obtener un flujo de datos de la señal de cliente.

- 35 En un modo de realización, la presente invención proporciona, además, un medio de almacenamiento legible por un ordenador, el cual incluye un programa informático, adaptado para permitir que uno o más procesadores ejecuten el método para transmitir la señal de cliente en la OTN.

- 40 En un modo de realización, la presente invención proporciona, además, otro medio de almacenamiento legible por un ordenador, el cual incluye un programa informático, adaptado para permitir que uno o más procesadores ejecuten el método para recibir la señal de cliente en la OTN.

- 45 En las soluciones técnicas de los modos de realización de la presente invención, en el campo Cbyte se añade, además, un identificador de cambio del número de bytes de señal de cliente, el cual está adaptado para comprobar el número de bytes de señal de cliente incluido en el campo Cbyte, con el fin de mejorar la fiabilidad para transportar el número de bytes de cliente, mejorando de este modo la fiabilidad para el transporte de la señal de cliente. En comparación con el modo del voto mayoritario utilizado en la técnica anterior, las soluciones técnicas de los modos de realización de la presente invención no necesitan retransmitir una pluralidad de números de bytes de señal de cliente para realizar el voto mayoritario, con el fin de salvaguardar un espacio de bytes suplementarios de OPUk requeridos para el transporte del número de bytes de señal de cliente.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se entenderá mejor a partir de la descripción detallada que se ofrece a continuación en la presente solicitud únicamente a efectos de ilustración, y por ello no limitativa de la presente invención, y en donde:

5 la FIG. 1 es una vista esquemática de la estructura de una trama OTN utilizada en el mapeo de CBR en la técnica anterior;

la FIG. 2 es una vista esquemática de la estructura de una trama OTN de OPUk-2v en la técnica anterior;

la FIG. 3 es una vista esquemática de la estructura de una trama OTN de OPUk-3v en la técnica anterior;

la FIG. 4 es una vista esquemática de un campo Cbyte de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

10 la FIG. 5 es una vista esquemática de la estructura de una trama OPUk con un Cbyte que ocupa 3 bytes de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

la FIG. 6 es una vista esquemática de la estructura de una trama OPUk-Xv con el Cbyte ocupando 3 bytes de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

15 la FIG. 7 es una vista esquemática de un procedimiento de procesamiento de datos de un extremo de transmisión de señal de cliente de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

la FIG. 8 es una vista esquemática de una máquina de estados del extremo de transmisión de la señal de cliente de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

la FIG. 9 es una vista esquemática de una máquina de estados de un extremo de recepción de señal de cliente de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

20 la FIG. 10 es una vista esquemática de la estructura de una unidad generadora de Cn, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención; y

la FIG. 11 es una vista esquemática de la estructura del extremo de recepción de la señal de cliente de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

Descripción detallada de los modos de realización

25 En los modos de realización de la presente invención, de acuerdo con el método de mapeo CBR agnóstico descrito en G.709 Livinglist (Lista viva) SP13, se definen nuevas reglas de generación y explicación de Cbyte y su método operativo, con el fin de comprimir un espacio de bytes ocupado por el Cbyte, mejorar la fiabilidad del transporte de los bytes de Cbyte y proporcionar una definición uniforme del formato del suplemento de Cbyte para un contenedor de OPUk-Xv ($X=2\sim 256$) que utiliza el método de mapeo CBR agnóstico.

30 La FIG. 4 es una vista esquemática de un campo Cbyte de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. Haciendo referencia a la FIG. 4, en los modos de realización de la presente invención, el campo Cbyte se divide en dos partes, esto es, una primera zona y una segunda zona, en donde la primera zona está adaptada para indicar si se trata o no de una nueva señal de cliente y la segunda zona está adaptada para contener un valor de un número Cn de bytes de señal de cliente o está adaptada para indicar si aumenta o reduce el valor Cn generado utilizando el método que se proporciona a continuación.

35 El tamaño del campo Cbyte se puede seleccionar en función de las necesidades reales. Se pueden asignar 3 bytes al Cbyte con el fin de satisfacer la indicación uniforme de los espacios de carga útil de OPUk y OPUk-Xv (que soportan $X=256$ OPUk concatenadas virtualmente) (con referencia al cálculo del número de bytes requerido por el Cbyte). Si únicamente es necesario soportar una cantidad limitada de OPUk-Xv concatenadas virtualmente, por ejemplo, X es 2 ó 3, se pueden asignar 2 bytes para el Cbyte. En la descripción que sigue a continuación se establece a modo de ejemplo un Cbyte que ocupa 3 bytes.

40 En el caso de que el Cbyte esté representado por 3 bytes, una estructura de trama de OPUk es tal como se muestra en la FIG. 5. Una estructura de trama de OPUk-Xv, obtenida concatenando virtualmente X OPUk, es tal como se muestra en la FIG. 6. En este caso, la estructura de OPUk y la estructura de OPUk-Xv se encuentran unificadas.

45 Haciendo referencia a la FIG. 5, en la estructura de OPUk, el Cbyte ocupa 3 bytes en la 16ª columna. En comparación con la estructura de OPUk que se muestra en la FIG. 1, el Cbyte en este modo de realización ocupa 3 bytes, ahorrando de este modo los bytes suplementarios de 3 OPUk.

Haciendo referencia a la FIG. 6, en la estructura de OPUk-Xv, es necesario transportar X campos Cbyte y cada campo Cbyte ocupa 3 bytes. En comparación con la OPUk-3v que se muestra en la FIG. 3, el número de campos Cbyte realmente transportados en este modo de realización es el mismo que el de la técnica anterior. Sin embargo, en el modo de realización de la presente invención, se utiliza el método capaz de mejorar la fiabilidad para el transporte del número Cn de bytes de señal de cliente que se proporciona a continuación, en lugar del modo del voto mayoritario utilizado en la técnica anterior. Por lo tanto, teóricamente, únicamente es necesario transportar un campo Cbyte en la trama de OPUk-Xv y los demás bytes suplementarios originalmente asignados al Cbyte se pueden reservar o adaptar para realizar la expansión de otros contenidos.

Tal como se ha descrito anteriormente, en el modo de realización de la presente invención, se establece a modo de ejemplo el Cbyte que ocupa 3 bytes, y en función de los contenidos definidos en la FIG. 4, la Tabla 1 indica un modo de distribución de las posiciones de bit del Cbyte que ocupa 3 bytes (esto es, 24 bits):

Tabla 1

Cbyte 1 (fila=1)								Cbyte2 (fila=2)								Cbyte3 (fila=3)							

Tal como se muestra en la Tabla 1, en este modo de realización, dos posiciones binarias (posiciones binarias C) se adaptan para identificar la nueva señal de cliente, esto es, la primera zona del campo Cbyte, y las otras 22 posiciones binarias (posiciones binarias I y posiciones binarias D) se adaptan para contener el valor Cn e indicar un incremento o reducción del valor Cn, esto es, la segunda zona del campo Cbyte. Las 22 posiciones binarias pueden indicar, en total, 4194304 espacios de bytes, y el espacio de bytes máximo de la OPUk-Xv es (X=256) 3899392 bytes, de modo que utilizando 22 posiciones binarias se pueden indicar todas los casos de espacios de bytes de la OPUk-Xv.

Además, con el fin de mejorar la fiabilidad de identificación de la nueva señal de cliente, en la primera zona se pueden reservar 3 bits, 4 bits o más posiciones binarias para indicar la nueva señal de cliente. En correspondencia, se reduce el espacio de la segunda zona para incluir del valor Cn e indicar el incremento o reducción del valor Cn. La regla de generación del campo Cbyte, de acuerdo con los modos de realización de la presente invención se describe en detalle tomando la estructura del campo Cbyte (esto es, 2 bits están adaptados para identificar la nueva señal de cliente y 22 bits están adaptados para indicar el valor Cn y el incremento o reducción del valor Cn) tal como se indica en la Tabla 1 a modo de ejemplo.

Por favor, véase la Tabla 1.

1) Se supone que a la posición identificadora de CC se le asigna el valor "01", lo cual representa que en las 22 últimas posiciones binarias del Cbyte se incluyen los valores de Cn normales.

Como para la OPUk determinada y el tipo de señal de cliente determinado, el Cn de un tipo de señal determinado transportado por la OPUk se encuentra dentro de un rango determinado, esto es, para un tipo de señal de cliente determinado, existe un valor máximo de Cn y un valor mínimo de Cn para el tipo de señal transportado por la OPUk.

El valor Cn normal se refiere a un valor Cn obtenido en función de un reloj de señal de cliente y un reloj del sistema que se encuentra dentro de un rango comprendido entre el valor mínimo y el valor máximo Cn de la señal de cliente detectada (incluyendo el valor mínimo de Cn y el valor máximo de Cn), que indica que el tipo de señal de cliente transportado por la OPUk actual permanece invariable y sigue siendo el tipo de señal de cliente transportado por la OPUk anterior.

Si se detecta una nueva señal de cliente, esto es, el tipo de señal de cliente de la trama actual es distinto del tipo de señal de cliente detectado, esto es, el valor Cn obtenido en función del reloj de señal de cliente y del reloj del sistema excede el rango comprendido entre el valor mínimo y el valor máximo Cn de la señal de cliente detectada, a la posición binaria CC se le asigna el valor "10" para su identificación.

En el modo de realización indicado más arriba, cuando la posición binaria CC es 01 se define que el valor Cn se identifica como normal (esto es, el tipo de señal de cliente permanece invariable) y cuando la posición binaria CC es 10 se identifica que se trata de una nueva señal de cliente (esto es, cambia el tipo de señal de cliente). De este modo, si la posición binaria CC tiene otro valor, dichos valores son valores no válidos, lo cual indica que puede no haberse realizado correctamente el transporte de la posición binaria CC. Sin embargo, en la presente invención no se limita el valor de la posición binaria CC bajo diferentes estados de identificación.

Se toma como ejemplo la señal de cliente transportada utilizando la OPUk, y los métodos para el cálculo del valor máximo de Cn y del valor mínimo de Cn se indican a continuación.

$$\text{Valor máximo de Cn} = \text{int} \left[\frac{\text{Tasa de señal de Cliente} + \text{Desviación de frecuencia}}{\text{Tasa de carga útil de la OPUk} - 20 \text{ ppm}} \times 3808 \times 4 \right] + 1$$

$$\text{Valor mínimo de Cn} = \text{int} \left[\frac{\text{Tasa de señal de Cliente} - \text{Desviación de frecuencia}}{\text{Tasa de carga útil de la OPUk} + 20 \text{ ppm}} \times 3808 \times 4 \right]$$

5 Si para el transporte se utilizan canales de X OPUk concatenadas virtualmente (OPUk-Xv), los métodos para calcular el valor máximo de Cn y el valor mínimo de Cn son los siguientes.

$$\text{Valor máximo de Cn} = \text{int} \left[\frac{\text{Tasa de señal de Cliente} + \text{Desviación de frecuencia}}{\text{Tasa de carga útil de la OPUk} - 20 \text{ ppm}} \times 3808 \times 4 \times X \right] + 1$$

$$\text{Valor mínimo de Cn} = \text{int} \left[\frac{\text{Tasa de señal de Cliente} - \text{Desviación de frecuencia}}{\text{Tasa de carga útil de la OPUk} + 20 \text{ ppm}} \times 3808 \times 4 \times X \right]$$

En las ecuaciones anteriores, 20 ppm es un rango de fluctuaciones del reloj del sistema.

10 En particular, se supone que, por ejemplo, una OPU4 (104.6641791 kbit/s, ±20 ppm) transporta una señal de cliente de 100GE (103.125 kbit/s, ±100 ppm).

De acuerdo con los métodos anteriores para calcular el valor máximo de Cn y el valor mínimo de Cn, se puede obtener:

$$\text{Valor máximo de Cn} = \text{int} \left[\frac{103,125 \times (1 + 0,0001)}{104,6641791 \times (1 - 0,00002)} \times 3808 \times 4 \right] + 1$$

$$\text{Valor mínimo de Cn} = \text{int} \left[\frac{103,125 \times (1 - 0,0001)}{104,6641791 \times (1 + 0,00002)} \times 3808 \times 4 \right] + 1$$

15 2) Si se pretende aumentar el número (Cn) de bytes de señal de cliente transportados en la trama OTN, dentro del campo Cbyte tal como se muestra en la Tabla 1, se invierten 11 posiciones binarias I de la segunda zona. En el modo de realización de la presente invención, la inversión de las posiciones binarias I representa que en la trama OTN siguiente aumentará el valor Cn.

20 Después de la inversión de las 11 posiciones binarias I de la trama OTN actual, el valor Cn incluido en la segunda zona del campo Cbyte de la siguiente trama OTN es el valor Cn de la trama OTN anterior a la trama OTN actual aumentado en un valor unitario. En este modo de realización, el valor unitario es 1, sin embargo, aquellos experimentados en la técnica pueden establecer el valor unitario de acuerdo con las necesidades reales. En los siguientes modos de realización de la presente invención el valor unitario es 1.

25 Si el valor Cn de la trama OTN anterior es el valor máximo de Cn, el valor Cn de la siguiente trama OTN permanecerá invariable.

3) Si se pretende reducir el número (Cn) de bytes de señal de cliente transportados en la trama OTN, dentro del campo Cbyte tal como se muestra en la Tabla 1, se invierten 11 posiciones binarias D de la segunda zona. En el modo de realización de la presente invención, la inversión de las posiciones binarias D representa que en la trama OTN siguiente reducirá el valor Cn.

30 Después de la inversión de las 11 posiciones binarias D de la trama OTN actual, el valor Cn incluido en la segunda zona del campo Cbyte de la siguiente trama OTN es el valor Cn de la trama OTN anterior a la trama OTN actual reducido en un valor unitario. En este modo de realización, el valor unitario es 1, sin embargo, aquellos experimentados en la técnica pueden establecer el valor unitario de acuerdo con las necesidades reales. En los siguientes modos de realización de la presente invención el valor unitario es 1.

35 Si el valor Cn de la trama OTN anterior es el valor mínimo de Cn, el valor Cn de la siguiente trama OTN permanecerá invariable.

4) Si se recibe un indicador de alarma anormal (por ejemplo, pérdida de señal (LOS) y pérdida de trama (LOF)) de la señal de cliente, a todos los bits de la primera zona y la segunda zona del campo Cbyte se les asigna el valor 0 ó 1, lo cual indica que el Cbyte se encuentra en estado de señal de indicación de alarma (AIS).

5 Haciendo referencia a la FIG. 7, se describe a continuación en detalle un método para generar una petición para aumentar/reducir el número de bytes de señal de cliente (valor Cn) transportado por la unidad OPUK. Un extremo de transmisión de señal de cliente incluye una unidad 71 de señal de cliente, una unidad 73 de reloj del sistema y una unidad 72 de memoria intermedia del tipo primero en llegar, primero en salir (FIFO).

La unidad 71 de señal de cliente está adaptada para escribir una señal de cliente en la unidad de memoria intermedia FIFO de acuerdo con una tasa de reloj de señal de cliente.

10 La unidad 73 de reloj del sistema está adaptada para proporcionar una tasa de reloj del sistema.

La unidad 72 de memoria intermedia FIFO está adaptada para aceptar un control de una señal de control de lectura generada por una unidad generadora de Cn en la trama OTN actual y para escribir la señal de cliente en la unidad de memoria intermedia para una zona de carga útil de OPUK de una trama OTN siguiente de acuerdo con la tasa de reloj del sistema.

15 Normalmente, existe una desviación entre la escritura de acuerdo con el reloj de señal de cliente y la lectura de acuerdo con el reloj del sistema, esto es, la tasa de escritura de la señal de cliente en la unidad de memoria intermedia es mayor o menor que la tasa de lectura de la señal de cliente desde la unidad de memoria intermedia y la escritura de la señal de cliente en la zona de carga útil de OPUK de acuerdo con la tasa del reloj del sistema. Además, cuando una tasa de lectura del reloj del sistema es relativamente alta, los datos de la señal de cliente almacenados en la unidad de memoria intermedia alcanzan y están por debajo de un umbral inferior de la unidad de memoria intermedia. Cuando una tasa de escritura del reloj de señal de cliente es relativamente alta, los datos de señal de cliente almacenados en la unidad de memoria intermedia alcanzan y exceden un umbral superior de la unidad de memoria intermedia. En este caso, si los datos de la señal de cliente almacenados en la unidad de memoria intermedia alcanzan o exceden el umbral superior de la unidad de memoria intermedia, la unidad de memoria intermedia transmite una primera señal de indicación de umbral a una unidad 74 generadora del valor Cn, con el fin de generar la petición de aumentar el número Cn de bytes de señal de cliente transportados por la OPUK. Si los datos de señal de cliente almacenados en la unidad de memoria intermedia alcanzan o son menores que el umbral inferior de la unidad de memoria intermedia, esta unidad de memoria intermedia transmite una segunda señal de indicación de umbral a la unidad 74 generadora de valores Cn, con el fin de generar la petición de reducir el número Cn de bytes de señal de cliente transportados por la OPUK.

20 Se proporciona el modo de realización de la estructura del campo Cbyte tal como se muestra en la Tabla 1. Además, se puede variar la estructura del campo Cbyte. Por ejemplo, en el modo de realización que se muestra en la Tabla 1, en la segunda zona del campo Cbyte, se dividen 22 posiciones binarias en dos series de posiciones binarias, esto es, posiciones binarias I y posiciones binarias D, respectivamente. Las posiciones binarias I y las posiciones binarias D se establecen de forma alternada y todas las 22 posiciones binarias (esto es, 11 posiciones binarias I y 11 posiciones binarias D) de la segunda zona están uniformemente distribuidas. Sin embargo, en lo que se refiere a la primera variación de la estructura del campo Cbyte, las posiciones binarias I y las posiciones binarias D pueden no establecerse de forma alternada, por ejemplo, en la segunda zona, las 11 primeras posiciones binarias se establecen como posiciones binarias I y las 11 últimas posiciones binarias se establecen como posiciones binarias D. En lo que se refiere a la segunda variación de la estructura del campo Cbyte, las posiciones binarias I y las posiciones binarias D no están uniformemente distribuidas sobre las 22 posiciones binarias de la segunda zona o no todas las 22 posiciones binarias se establecen como posiciones binarias I o posiciones binarias D. Aquellos experimentados en la técnica pueden configurar la división y la definición de las posiciones binarias en la estructura del campo Cbyte de acuerdo con las necesidades reales, lo cual no está limitado en la presente invención.

25 Haciendo referencia a la FIG. 8, de acuerdo con la regla generadora del campo Cbyte indicada más arriba, a continuación se describe en detalle una máquina de estados de generación de Cbyte en el extremo transmisor. La máquina de estados de generación de Cbyte tiene en total cinco estados, incluyendo un estado de incremento de Cn (estado INC), un estado de reducción de Cn (estado DEC), un estado normal Cn (estado NORM), un estado de alarma de AIS y un estado de nueva señal de cliente (estado NCF).

En el estado INC, el valor Cn se incrementa en una unidad 1, en el que se invierten las posiciones binarias I.

En el estado DEC, el valor Cn se reduce en una unidad 1, en el que se invierten las posiciones binarias D.

En el estado NORM, el valor Cn está en un estado normal, esto es CC=01, un valor Cn de 22 bits es un valor normal.

En el estado de alarma AIS, a todos los bits de la primera y la segunda zona del campo Cbyte se les asigna el valor 0 ó 1.

5 En el estado NCF, el valor de CC de la primera zona del campo Cbyte es 10, lo cual se identifica como una nueva señal de cliente y al mismo tiempo, en la segunda zona del campo Cbyte se incluye un nuevo número Cn de bytes de señal de cliente.

Haciendo referencia a la FIG. 8, se describen detalladamente las condiciones de transición entre cada uno de los estados del extremo de transmisión de señal de cliente.

En una condición de transición 1, la señal de cliente se recibe normalmente, la memoria intermedia FIFO no tiene una petición de ajuste de Cn y no se detecta una nueva señal de cliente.

10 En una condición de transición 2, la tasa para la lectura de datos desde la unidad de memoria intermedia FIFO de acuerdo con el reloj del sistema es mayor que la tasa de escritura de datos en la unidad de memoria intermedia FIFO de acuerdo con el reloj del cliente, de modo que el volumen de datos de la señal de cliente almacenados en la unidad de memoria intermedia FIFO alcanza o es menor que un umbral inferior de la unidad de memoria intermedia FIFO y por ello, la unidad de memoria intermedia FIFO genera una petición de ajuste para reducir el valor Cn en 1 unidad.

En una condición de transición 3, la señal de cliente se recibe con normalidad.

20 En una condición de transición 4, la tasa para lectura de los datos desde la unidad de memoria intermedia FIFO de acuerdo con el reloj del sistema es menor que la tasa para escritura de los datos en la unidad de memoria intermedia FIFO de acuerdo con el reloj del cliente, de modo que el volumen de datos de la señal de cliente almacenados en la unidad de memoria intermedia FIFO alcanza o excede un umbral superior de la unidad de memoria intermedia FIFO y por ello, dicha unidad de memoria intermedia FIFO genera una petición de ajuste para aumentar el valor Cn en 1 unidad.

En una condición de transición 5, la señal de cliente se recibe con normalidad.

En una condición de transición 6, se recibe una indicación que representa que la señal de cliente es anormal.

25 En una condición de transición 7, se recibe la indicación que representa que la señal de cliente es anormal.

En una condición de transición 8, se detecta una nueva señal de cliente.

En una condición de transición 9, se recibe la indicación que representa que la señal de cliente es anormal.

En una condición de transición 10, se detecta una nueva señal de cliente.

En una condición de transición 11, la señal de cliente se recibe con normalidad.

30 En una condición de transición 12, se detecta una nueva señal de cliente.

En una condición de transición 13, se recibe la indicación que representa que la señal de cliente es anormal.

En una condición de transición 14, se recibe la indicación que representa que la señal de cliente es anormal.

35 Teniendo en cuenta el modo de realización de la máquina de estados del cliente, en la presente invención también se utiliza un modo de filtrado de 3 tramas, con lo que se mejora todavía más la fiabilidad para el transporte del número de bytes de señal de cliente, de modo que se filtran los posibles errores generados en el Cbyte durante el proceso de transporte y se evita que el valor Cn cambie frecuentemente debido a la fluctuación del reloj de señal de cliente o del reloj del sistema. En particular, cuando se genera la petición de aumentar/reducir Cn, la máquina de estados entra en el estado INC/estado DEC. En consecuencia, en el campo Cbyte de la trama de OPUk actual se invierten las posiciones binarias I o las posiciones binarias D, de modo que el valor Cn se ajuste para incrementarse/reducirse en 1 en la trama siguiente a la trama OPUk actual, y el valor Cn ajustado se ajusta de nuevo una vez más después de mantenerse durante al menos 3 tramas, esto es, el valor Cn se ajusta de nuevo cuando se llega al menos a una 5ª trama. De acuerdo con el modo de filtrado de 3 tramas, aquellos experimentados en la técnica pueden establecer el número de tramas utilizado durante el filtrado en función de las necesidades reales.

45 A continuación se toma como ejemplo la OPU4 (104,6641791 kbit/s, ± 20 ppm) que transporta 100GE (103,125 kbit/s, ± 100 ppm), y en el modo de realización de la presente invención se utiliza una tolerancia de la unidad de memoria intermedia FIFO requerida después de utilizar el modo de filtrado de 3 tramas, la cual se describe a continuación en detalle.

ES 2 604 479 T3

De acuerdo con los métodos descritos anteriormente para el cálculo del valor máximo de Cn y del valor mínimo de Cn, se obtiene que:

Valor máximo de Cn=15010 bytes, y valor mínimo de Cn =15006 bytes.

5 Teniendo en cuenta los casos extremos, cuando se incrementa el valor Cn desde el valor mínimo de Cn (15006 bytes) al valor máximo de Cn (15010 bytes), es necesario realizar un total de 4 veces la operación de aumento del valor Cn en 1 unidad. Si se utiliza el modo de filtrado de 3 tramas, son necesarias 4 tramas (los bits I de la primera trama se invierten, y los Cn de las tres tramas siguientes se aumentan en 1 y a continuación, se mantienen invariables) cada vez que se realice la operación de aumento del valor Cn en 1 unidad. De este modo, cuando el valor Cn se incrementa desde 15006 bytes a 15010 bytes, es necesario un total de 16 tramas. La diferencia del número Cn de bytes máximo para cada trama provocada por la desviación de frecuencia del reloj de señal de cliente, la desviación de frecuencia del reloj del sistema y la desviación de frecuencia del reloj de redondeo de Cn es $15010-15006=4$ bytes. De este modo, con respecto a las 16 tramas, el requisito de tolerancia de almacenamiento de la unidad de memoria intermedia FIFO es de 64 bytes al nivel máximo. Sin embargo, en la práctica, la acumulación de la desviación de la frecuencia de reloj de 3 bytes se absorbe en cada operación de incremento del valor Cn en 1 unidad, de modo que el número de bytes acumulados o reducidos como máximo por la unidad de memoria intermedia FIFO debería ser menor que 64 y las tolerancias de desbordamiento superior y desbordamiento inferior, de la unidad de memoria intermedia FIFO requerida en el método no son excesivas.

20 Teniendo en cuenta el modo de realización del método para generar el campo Cbyte en el extremo de transmisión de la señal de cliente, la presente invención proporciona, además, un método para transmitir una señal de cliente en una OTN, el cual incluye los siguientes pasos.

En el Paso A1, se obtiene una señal de cliente de entrada, a partir de la señal de cliente se recupera un reloj de cliente utilizando, por ejemplo, un bucle cerrado de fase y la señal de cliente de entrada se guarda en la unidad de memoria intermedia FIFO.

25 En el Paso A2, se obtiene el número Cn de bytes de señal de cliente en función del reloj de señal de cliente y de un reloj del sistema. Se determina si el valor Cn es o no un valor Cn normal, esto es, se detecta si se trata o no de una nueva señal de cliente. De acuerdo con el método de determinación descrito más arriba, en particular, se determina si el valor Cn obtenido excede o no el rango entre el valor mínimo de Cn y el valor máximo de Cn de la señal de cliente detectada.

30 En el Paso A3, se identifica si se trata o no una de nueva señal de cliente en la posición binaria CC de la primera zona del campo Cbyte de la OPUK.

Si se detecta una nueva señal de cliente, en la segunda zona se incluye el valor Cn del número de bytes de señal de cliente.

35 Si no se detecta ninguna nueva señal de cliente, se genera el valor Cn del número de bytes de señal de cliente en función de la máquina de estados de generación de Cbyte en el extremo de transmisión y a continuación, se incluye el valor Cn en la segunda zona.

40 En particular, si se genera la petición de aumentar el número de bytes transportados por la trama OTN, se invierten los valores de la primera serie de posiciones binarias (las posiciones binarias I que se muestran en la Tabla 1) en la segunda zona de la trama OTN actual, y en la siguiente trama OTN se incrementa en 1 unidad el número de bytes de señal de cliente incluido antes de invertir los valores de las posiciones binarias en la segunda zona.

45 Si se genera la petición de reducir el número de bytes transportados por la trama OTN, se invierten los valores de la segunda serie de posiciones binarias (las posiciones binarias D que se muestran en la Tabla 1) en la segunda zona de la trama OTN actual, y en la siguiente trama OTN se reduce en 1 unidad el número de bytes de señal de cliente incluido antes de invertir los valores de las posiciones binarias en la segunda zona.

Si se obtiene una indicación que representa que la señal de cliente es anormal, a todos los bits del campo Cbyte de la OPUK se les asigna el valor 1 ó 0.

50 En general, si no se genera ninguna petición para aumentar/reducir el número de bytes transportados por la trama OTN, y no se recibe ninguna indicación que represente que la señal de cliente es anormal, en la segunda zona se incluye el valor Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior.

En el paso A4, en función del número Cn de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona del campo Cbyte en la trama OTN anterior, la señal de control de lectura es enviada a la unidad de memoria intermedia FIFO para controlar la lectura de la señal de cliente. La señal de cliente con Cn bytes se mapea sobre la zona de

carga útil de OPUK en la trama OTN actual, mediante un algoritmo $\Sigma-\Delta$ definido en G.709 Livinglist SP13. A continuación, la OPUK se transmite a la red OTN.

5 En el modo de realización descrito más arriba, si se concatenan virtualmente x OPUK para obtener una OPUK- X_v , en donde X no es menor que 2, y la trama OTN es en concreto una trama de periodo de OPUK- X_v (X OPUK concatenadas virtualmente).

10 Aquellos con un conocimiento normal de la técnica deben entender que la totalidad o parte de los pasos en el método del modo de realización se pueden realizar mediante el hardware apropiado gestionado por un programa informático, y dicho programa se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando se ejecuta el programa, se llevan a cabo los siguientes pasos. Se almacena el rango del número C_n de bytes de señal de cliente de la señal de cliente obtenida transportada en el periodo de trama OTN. Se obtiene la señal de cliente. Se calcula el C_n transportado en el periodo de trama OTN en función del reloj de señal de cliente y del reloj del sistema. Se comprueba si C_n excede o no el rango de C_n en la primera zona del campo Cbyte de la OPUK. En la trama OTN actual, si el C_n calculado excede el rango de C_n , en la segunda zona del campo Cbyte de la OPUK se incluye el valor C_n calculado. Si el valor C_n calculado se encuentra dentro del rango de C_n , el valor C_n incluido en la trama OTN anterior se incluye en la segunda zona de la OPUK de la trama OTN actual. En la trama siguiente a la trama OTN actual, los C_n bytes de señal de cliente se mapean sobre la zona de carga útil de la OPUK y la OPUK se transmite a la red OTN. El medio de almacenamiento puede ser una memoria de solo lectura, un disco magnético o un disco óptico.

20 En las descripciones realizadas más arriba, se han descrito las operaciones de procesamiento ejecutadas por el extremo transmisor de la señal de cliente durante el proceso de transmisión de la señal de cliente haciendo referencia a una pluralidad de modos de realización, y a continuación también se van a describir las operaciones de procesamiento ejecutadas por el extremo receptor de la señal de cliente.

25 En primer lugar, de acuerdo con la regla de generación del campo Cbyte, utilizada por el extremo transmisor de señal de cliente, se describe, además, una regla de análisis del campo Cbyte utilizada por el extremo receptor de señal de cliente (se establece a modo de ejemplo la estructura tal como se muestra en la Tabla 1).

1) En situación normal se detecta $CC=01$ en la primera zona del campo Cbyte, lo cual indica que en la segunda zona del campo Cbyte se incluye el valor C_n normal y en las 22 últimas posiciones binarias del Cbyte se incluyen los valores de C_n normales.

30 Si se detecta que $CC=10$, indica que se trata de una nueva señal de cliente, en consecuencia se cambia el valor C_n recibido, salvo que el valor C_n no se encuentre dentro del rango normal.

2) Si se detecta que la mayor parte de los 11 bits I del Cbyte están invertidos, indica que el valor C_n de la trama siguiente se aumenta en 1 unidad.

3) Si se detecta que la mayor parte de los 11 bits D de Cbyte están invertidos, indica que el valor C_n de la trama siguiente se reduce en 1 unidad.

35 4) Si se detecta que todos los bits de la primera zona y la segunda zona del campo Cbyte son 0 ó 1, representa una alarma de AIS.

40 Haciendo referencia a la FIG. 9, de acuerdo con la regla de análisis del campo Cbyte, se describe en detalle una máquina de estados de análisis de Cbyte en el extremo receptor de la señal de cliente. La máquina de estados de análisis de Cbyte tiene un total de 3 estados, incluyendo un estado normal de C_n (estado NORM), un estado de alarma AIS y un estado de pérdida de C_n (estado LOCN).

En el estado NORM, el extremo receptor de la señal de cliente almacena el valor C_n obtenido mediante el análisis, el cual se adapta para recuperar los datos de señal de cliente a partir de la unidad de carga útil de OPUK de la trama OTN siguiente.

En el estado de alarma AIS, se ejecuta un proceso de alarma preestablecido.

45 En el estado LOCN, se almacena el último valor C_n normal recibido, con el fin de recuperar los datos de la señal de cliente en función del valor C_n normal.

Haciendo referencia a la FIG. 9, a continuación se describen en detalle las condiciones de transición entre cada estado del extremo receptor de la señal de cliente.

50 En una condición de transición 91, se detecta una alarma de AIS, esto es, se detecta que todos los bits en la primera zona y la segunda zona del campo Cbyte tienen el valor 0 ó 1.

En una condición de transición 92, 1) mediante el análisis se obtiene un campo Cbyte anormal, por ejemplo, la primera zona contiene CC=01, pero el valor Cn incluido en la segunda zona es un valor Cn anormal, esto es, el valor Cn excede el rango entre el valor mínimo de Cn y el valor máximo de Cn de la señal de cliente detectada; 2) se detecta que un incremento o reducción del valor Cn incluido en la segunda zona no es un valor unitario (en este modo de realización, el valor unitario es 1), y si se utiliza el modo para determinar continuamente N tramas, $8 \leq N \leq 10$.

En una condición de transición 93, se detecta una alarma de AIS.

En una condición de transición 94, 1) se detecta que CC=10, lo que indica que se trata de una nueva señal de cliente; 2) si se detecta que CC=01, indica que la señal de cliente es normal y el Cn incluido en la segunda zona del campo Cbyte es un valor Cn normal, esto es, el valor Cn se encuentra dentro del rango entre el valor mínimo de Cn y el valor máximo de Cn de la señal de cliente detectada.

En una condición de transición 95, 1) mediante análisis se obtiene un campo Cbyte anormal, por ejemplo, la primera zona contiene CC=01, pero el valor Cn incluido en la segunda zona es un valor Cn anormal, esto es, el valor Cn excede el rango entre el valor mínimo de Cn y el valor máximo de Cn de la señal de cliente detectada; 2) se detecta que un incremento o reducción del valor Cn incluido en la segunda zona no es un valor unitario y si se utiliza el modo para la determinación continua de N tramas, $8 \leq N \leq 10$; 3) se detecta que CC=10 después de detectar continuamente la pluralidad de tramas, lo que indica que se trata de una nueva señal de cliente.

En una condición de transición 96, se detecta que CC=01, lo cual indica que la señal de cliente es normal y el valor Cn incluido en la segunda zona del campo Cbyte es un valor Cn normal.

En una condición de transición 97, se detecta un único CC=10, lo cual indica que se trata de una nueva señal de cliente.

En una condición de transición 98, se detecta que CC=01, lo cual indica que la señal de cliente es normal y el valor Cn incluido en la segunda zona del campo Cbyte es un valor Cn normal.

En una condición de transición 99, se detecta que el valor Cn normal se aumenta y se reduce en 1 unidad esto es, se detecta que la mayor parte de las posiciones binarias I o las posiciones binarias D de Cbyte están invertidas y en la trama OTN siguiente se ajusta el valor Cn en un valor unitario.

El extremo receptor de señal de cliente también puede utilizar el modo de filtrado de 3 tramas, mejorando de este modo la fiabilidad para el transporte del número de bytes de señal de cliente. En particular, se ajusta solamente cuando se detecta que los valores Cn en las zonas del campo Cbyte son coherentes en 3 tramas consecutivas; en caso contrario, se omite cualquier cambio realizado al valor Cn actual. Cuando se cumple una condición de transición determinada para el ajuste desde una máquina de estados determinada a otra máquina de estados, la nueva máquina de estados también se puede volver a ajustar después de que el Cn se mantenga durante al menos 3 tramas. Del mismo modo, en la presente invención no está limitado el número de tramas utilizado por el extremo receptor de señal de cliente para el filtrado.

Teniendo en cuenta el modo de realización del método para analizar el campo Cbyte por parte del extremo receptor de señal de cliente, la presente invención proporciona un método para recibir una señal de cliente en la OTN, el cual incluye los siguientes pasos.

En el Paso B1, la OPUK de la trama OTN actual se analiza para obtener el campo Cbyte, se obtiene el identificador en la primera zona del campo Cbyte y se obtiene el número de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona del campo Cbyte.

En el Paso B2, en el extremo receptor de señal de cliente se ejecuta el proceso correspondiente en función de la condición de transición de la máquina de estados.

En particular, si la primera zona contiene CC=10, indica que el número de bytes de señal de cliente transportados por la OPUK de la trama OTN actual excede el rango entre el valor mínimo de Cn y el valor máximo de Cn de la señal de cliente detectada, o la primera zona contiene CC=01, y el número Cn de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona se encuentra dentro del rango entre el valor mínimo de Cn y el valor máximo de Cn de la señal de cliente detectada, se almacena el número de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona.

Si se invierten los valores de la primera serie de las posiciones binarias (las posiciones binarias I) en la segunda zona con respecto a la trama OTN anterior, se almacena el número de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior. Si se determina que el Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN siguiente se incrementa en un valor unitario (en este modo de realización, el valor unitario es 1), en comparación

con el valor Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior, en la trama OTN siguiente se almacena el número de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona de la trama.

5 Si se invierten los valores de la segunda serie de posiciones binarias (las posiciones binarias D) en la segunda zona en relación con la trama OTN anterior, se almacena el número de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior. Si se determina que el Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN siguiente se reduce en un valor unitario en comparación con el valor Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior, en la trama OTN siguiente se almacena el número de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona de la trama.

10 Si se cumple la condición de transición de la máquina de estados de LOCn, en particular, si la primera zona contiene CC=01, y el valor Cn incluido en la segunda zona es un valor Cn anormal, o si la primera zona contiene CC=10 en el campo Cbyte de un número preestablecido de tramas OTN consecutivas o si se detecta que un incremento o reducción del valor Cn incluido en la segunda zona no es un valor unitario, se obtiene y almacena el número de bytes de señal de cliente más recientemente almacenado, que no excede el rango de número de bytes.

15 En el paso B3, en función del número de bytes de señal de cliente almacenado, en la trama siguiente a la trama actual se recuperan los datos de la zona de carga útil de OPUK en función del algoritmo $\Sigma-\Delta$, con el fin de obtener un flujo de datos de señal de cliente del valor Cn almacenado en la trama anterior.

20 En el paso B2 del método anterior, si la primera zona contiene CC=10, lo cual indica que el valor Cn transportado por la OPUK de la trama OTN actual excede el rango establecido entre el valor mínimo de Cn y el valor máximo de Cn de la señal de cliente detectada, el Cn incluido en la segunda zona se compara, además, con el rango del Cn de la señal de cliente detectada, con el fin de verificar si el valor Cn incluido en la segunda zona es o no consistente con la situación identificada por el CC, y si es así, se almacena el número de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona.

25 Aquellos con una experiencia normal de la técnica deben entender que la totalidad o una parte de los pasos en el método del modo de realización se pueden realizar mediante el hardware apropiado gestionado por un programa, y el programa se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando se ejecuta el programa, se realizan los pasos siguientes. Se analiza la OPUK de la trama OTN actual para obtener el campo Cbyte. Se obtiene el identificador en la primera zona del campo Cbyte y se obtiene el número Cn de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona del campo Cbyte. Si el identificador indica que el Cn excede el rango del Cn de la señal de cliente obtenida transportada en un periodo de trama OTN, se almacena el Cn incluido en la segunda zona. En caso contrario, se comprueba si el Cn incluido en la segunda zona excede o no el rango del Cn de la señal de cliente obtenida transportada en un periodo de trama OTN y, si no es así, se almacena el Cn incluido en la segunda zona. En función del número de bytes de señal de cliente almacenado, se recuperan los datos de la zona de carga útil de OPUK de la trama OTN siguiente con el fin de obtener el flujo de datos de la señal de cliente. El medio de almacenamiento puede ser una memoria de sólo lectura, un disco magnético o un disco óptico.

A continuación, se describe en detalle la estructura de un equipo para transmitir una señal de cliente en una OTN, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

40 Haciendo referencia a la FIG. 7, el equipo para transmitir la señal de cliente en la OTN comprende una unidad 71 de señal de cliente, una unidad 73 de reloj del sistema, una unidad 74 generadora del número de bytes de señal de cliente, una unidad 72 de memoria intermedia FIFO y una unidad 75 de transmisión.

La unidad 71 de señal de cliente está adaptada para obtener una señal de cliente y para escribir la señal de cliente en la unidad de memoria intermedia FIFO de acuerdo con una tasa de reloj de la señal de cliente.

La unidad 73 de reloj del sistema está adaptada para proporcionar una tasa de reloj del sistema.

45 La unidad 74 generadora del número de bytes de señal de cliente está adaptada para generar un número de bytes de señal de cliente y escribir dicho número de bytes de señal de cliente en un campo Cbyte de una OPUK de una trama OTN actual.

50 La unidad 72 de memoria intermedia FIFO está adaptada para aceptar un control de una señal de control de lectura generada por la unidad generadora de Cn en la trama OTN actual y para escribir la señal de cliente en la unidad de memoria intermedia FIFO en una zona de carga útil OPUK de una trama OTN siguiente en función de la tasa del reloj del sistema.

La unidad 75 de transmisión está adaptada para transmitir la OPUK a la OTN.

La unidad 74 generadora del número Cn de bytes de señal de cliente incluye, además, un primer módulo 101 de cálculo, un módulo 104 de datos, un módulo 102 de relleno de la primera zona, un módulo 103 de relleno de la segunda zona y un módulo 105 de control de la lectura. A continuación se describe detalladamente el principio de operación de cada módulo.

5 El primer módulo 101 de cálculo está adaptado para calcular un número Cn de bytes de señal de cliente en función del reloj de la señal de cliente y del reloj del sistema.

El módulo 104 de datos está adaptado para obtener y almacenar un rango del Cn de la señal de cliente obtenida transportada en un solo periodo de trama OTN.

10 El módulo 102 de relleno de la primera zona está adaptado para determinar si el Cn calculado excede o no el rango del Cn de la señal de cliente obtenida transportada en un periodo de trama OTN, almacenado por el módulo de datos, e identificar un resultado de la determinación en una primera zona del campo Cbyte.

15 El módulo 103 de relleno de la segunda zona está adaptado para rellenar una segunda zona del campo Cbyte. Si el módulo de relleno de la primera zona determina que el valor Cn calculado excede el rango del Cn, el módulo 103 de relleno de la segunda zona incluye el Cn en la segunda zona de la trama OTN actual. Si el módulo de relleno de la primera zona determina que el valor Cn calculado se encuentra dentro del rango del Cn, el módulo 103 de relleno de la segunda zona incluye en la segunda zona de la trama OTN actual el número de bytes de señal de cliente incluido en la trama OTN anterior.

20 El módulo 105 de control de lectura está adaptado para generar una señal de control de lectura en función del Cn incluido por el módulo de relleno de la segunda zona y para transmitir la señal de control de lectura a la unidad de memoria intermedia FIFO.

La unidad 74 generadora de Cn comprende, además, un módulo 106 de monitorización.

El módulo 106 de monitorización está adaptado para obtener una señal de indicación de primer umbral o una señal de indicación de segundo umbral de la unidad de memoria intermedia FIFO y para notificárselos al módulo de relleno de la segunda zona.

25 Además, el módulo 103 de relleno de la segunda zona rellena la segunda zona de las formas siguientes.

Si el módulo de monitorización recibe la señal de indicación del primer umbral, en la trama OTN actual se invierten los valores de la primera serie de posiciones binarias en la segunda zona del campo Cbyte, y se incrementa en un valor unitario el Cn incluido antes de invertir los valores de las posiciones binarias en la segunda zona.

30 Si el módulo de monitorización recibe la señal de indicación del segundo umbral, en la trama OTN actual se invierten los valores de la segunda serie de posiciones binarias en la segunda zona del campo Cbyte, y se reduce en un valor unitario el Cn incluido antes de invertir los valores de las posiciones binarias en la segunda zona.

35 La unidad de memoria intermedia FIFO está adaptada, además, para transmitirle a la unidad de monitorización la señal de indicación del primer umbral, si los datos de la señal de cliente en la memoria intermedia no están por debajo de un valor de umbral superior de la unidad de memoria intermedia FIFO, y para transmitirle al módulo de monitorización la señal de indicación del segundo umbral, si los datos de señal de cliente en la memoria intermedia no están por encima de un valor de umbral inferior de la unidad de memoria intermedia FIFO.

40 Si se produce una alarma anormal para la señal de cliente obtenida, el módulo de relleno de la primera zona y el módulo de relleno de la segunda zona proceden a rellenar todos los bits de la primera zona y la segunda zona del campo Cbyte de la OPUK con el valor 0 ó 1

45 A continuación se describe detalladamente la estructura de un equipo para recibir una señal de cliente en una OTN, de acuerdo con la presente invención. El equipo incluye una unidad 111 de recepción, una primera unidad 112 de análisis, una segunda unidad 113 de análisis, una primera unidad 114 de determinación, una segunda unidad 115 de determinación, una unidad 116 de almacenamiento y una unidad 117 de recuperación de señal de cliente. Se describe en detalle el principio de operación del equipo para recibir la señal de cliente.

La unidad 111 de recepción está adaptada para obtener una OPUK desde la OTN.

La primera unidad 112 de análisis está adaptada para analizar la OPUK con el fin de obtener un identificador en una primera zona de un campo Cbyte de la OPUK de la trama OTN actual.

50 La segunda unidad 113 de análisis está adaptada para analizar la OPUK con el fin de obtener un número Cn de bytes de señal de cliente incluido en una segunda zona del campo Cbyte de la OPUK de la trama OTN actual.

5 La primera unidad 114 de determinación está adaptada para activar la unidad de almacenamiento con el fin de almacenar el número de bytes de señal de cliente obtenido mediante análisis por parte de la segunda unidad de análisis, si el identificador indica que el número de bytes de señal de cliente de la trama OTN actual excede un rango entre un valor mínimo de Cn y un valor máximo de Cn de la señal de cliente detectada; en caso contrario, está adaptada para comprobar si el Cn obtenido mediante análisis por parte de la segunda unidad de análisis excede o no el rango de valores de Cn (incluyendo el valor máximo de Cn y el valor mínimo de Cn) de la señal de cliente obtenida transportada en un periodo de trama OTN, y si es así, activa la unidad de almacenamiento para almacenar el Cn obtenido mediante análisis por parte de la segunda unidad de análisis.

10 La primera unidad 114 de determinación activa la unidad de almacenamiento con el fin de almacenar el número de bytes de señal de cliente almacenados por la trama OTN anterior, si se determina que el identificador indica que el Cn de la trama OTN actual no excede el rango del Cn, y el Cn incluido en la segunda zona excede dicho rango del Cn.

15 Si el identificador indica que el valor Cn excede el rango del Cn en un número preestablecido de tramas OTN consecutivas, la primera unidad 114 de determinación activa la unidad de almacenamiento para almacenar el último Cn obtenido mediante el análisis por parte de la segunda unidad de análisis que no excede el rango del Cn.

La primera unidad 114 de determinación ejecuta un proceso de alarma, si la primera unidad de análisis y la segunda unidad de análisis realizan un examen y comprueban que en la primera zona y la segunda zona del campo Cbyte todos los bits tienen el valor 0 ó 1.

20 La segunda unidad 115 de determinación está adaptada para activar la unidad de almacenamiento con el fin de almacenar el Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior, si se determina que están invertidos los valores de la primera serie de posiciones binarias en la segunda zona con respecto a los valores de la primera serie de posiciones binarias de la trama OTN anterior, y está adaptada para activar la unidad de almacenamiento con el fin de almacenar en la trama OTN siguiente el Cn incluido en la segunda zona de la trama, si se determina que el Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN siguiente se ha incrementado en un valor unitario con respecto al Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior.

25 La segunda unidad 115 de determinación está adaptada para activar la unidad de almacenamiento con el fin de almacenar el Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior, si se determina que están invertidos los valores de la segunda serie de posiciones binarias en la segunda zona con respecto a los valores de la segunda serie de posiciones binarias de la trama OTN anterior, y está adaptada para activar la unidad de almacenamiento con el fin de almacenar en la trama OTN siguiente el Cn incluido en la segunda zona de la trama, si se determina que el Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN siguiente se ha reducido en un valor unitario con respecto al Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior.

30 La segunda unidad 115 de determinación activa la unidad de almacenamiento con el fin de almacenar el Cn guardado en la trama OTN anterior, si se determina que un incremento o reducción del Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN siguiente con respecto al Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior no es un valor unitario.

35 La unidad 116 de almacenamiento está adaptada para mantener el número Cn de bytes de señal de cliente y, en particular, la unidad 116 de almacenamiento almacena el Cn obtenido mediante análisis por parte de la segunda unidad de análisis, al ser activada por la primera unidad de determinación.

40 La unidad 117 de recuperación de señal de cliente está adaptada para recuperar los datos de una zona de carga útil de OPUK de la trama OTN siguiente, en función del número de bytes de señal de cliente mantenido por la unidad de almacenamiento, con el fin de obtener un flujo de datos de la señal de cliente.

45 Para aquellos experimentados en la técnica resultará evidente que se pueden realizar diversas modificaciones y variaciones a la estructura de la presente invención sin apartarse del alcance o el espíritu de la invención. Teniendo en cuenta lo anterior, se pretende que la presente invención cubra las modificaciones y variaciones de esta invención siempre que se encuentren dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones y sus equivalentes.

Los aspectos y formas de implementación de la invención comprenden los siguientes.

50 De acuerdo con un primer aspecto, la invención está relacionada con un método para transmitir una señal de cliente en una red óptica de transporte, OTN, que comprende:

obtener la señal de cliente, y extraer a partir de la señal de cliente un reloj de la señal de cliente;

generar un número Cn de bytes de señal de cliente transportado en un periodo de trama OTN en función del reloj de la señal de cliente y un reloj del sistema;

determinar si el número Cn de bytes de señal de cliente excede o no un rango del número de bytes de señal de cliente transportado en un periodo de trama OTN; e

5 identificar como normal una zona predeterminada en un campo suplementario de una unidad k de carga útil del canal óptico, OPUk, de la trama OTN, si el Cn de la trama OTN se encuentra dentro del rango, incluir el Cn en el campo suplementario de la OPUk, mapear Cn bytes de señal de cliente sobre una zona de carga útil de la OPUk de una siguiente trama OTN, y transmitir a la red OTN una unidad de transporte de canal óptico, OTU, que comprende la OPUk.

10 En una primera forma de implementación del método de acuerdo con el primer aspecto, el método comprende, además:

identificar como anormal la zona predeterminada en el campo suplementario de la OPUk de la trama OTN, cuando el Cn de la trama OTN excede el rango, y ejecutar una gestión de excepciones.

Una segunda forma de implementación del método de acuerdo con el primer aspecto, en donde

15 el rango del número de bytes de señal de cliente transportado en un periodo de trama OTN se determina en función de un ancho de banda del canal de transporte y un tipo de señal de cliente.

Una tercera forma de implementación del método de acuerdo con el primer aspecto, en donde de acuerdo con una regla preestablecida, si es necesario aumentar el Cn transportado en la trama OTN, en el campo suplementario de la OPUk de la trama OTN se invierten los valores de una primera serie de posiciones binarias de otra zona predeterminada, y en la siguiente trama OTN se aumenta en un valor unitario el Cn incluido antes de invertir los valores de las posiciones binarias de otra zona predeterminada; y

20 de acuerdo con una regla preestablecida, si es necesario reducir el Cn transportado en la trama OTN, en el campo suplementario de la OPUk de la trama OTN se invierten los valores de una segunda serie de posiciones binarias de otra zona predeterminada, y en la siguiente trama OTN se reduce en un valor unitario el Cn incluido antes de invertir los valores de las posiciones binarias de otra zona predeterminada.

25 Una cuarta forma de implementación del método de acuerdo con la tercera forma de implementación del primer aspecto, en donde la obtención de la señal de cliente comprende, además:

escribir la señal de cliente en una unidad de memoria intermedia de tipo primero en entrar primero en salir, FIFO, de acuerdo con una tasa de reloj de la señal de cliente, y leer la señal de cliente de la unidad de memoria intermedia de acuerdo con la tasa de reloj del sistema.

30 Una quinta forma de implementación del método de acuerdo con la tercera forma de implementación del primer aspecto, en donde

si el número de bytes de señal de cliente en la unidad de memoria intermedia no es mayor que un valor de umbral inferior de la unidad de memoria intermedia, se reduce el Cn transportado en la trama OTN; y

35 si el número de bytes de señal de cliente en la unidad de memoria intermedia es mayor que un valor de umbral superior de la unidad de memoria intermedia, se aumenta el Cn transportado en la trama OTN.

Una sexta forma de implementación del método de acuerdo con la tercera forma de implementación del primer aspecto, comprendiendo además este método:

verificar que se obtiene un número preestablecido de tramas OTN consecutivas antes de aumentar/reducir el Cn transportado en la trama OTN, y determinar que dichos Cn de las tramas OTN son iguales.

40 Una séptima forma de implementación del método de acuerdo con el primer aspecto como tal o de acuerdo con una cualquiera de las formas de implementación anteriores del primer aspecto, en donde

si se produce una alarma anormal en relación con la señal de cliente obtenida, el rellenado de la zona predeterminada en el campo suplementario de la OPUk comprende, además, rellenar la zona predeterminada del campo suplementario de la OPUk con todos los bits con valor 0, 1 u otros patrones fijos.

45 Una octava forma de implementación del método de acuerdo con el primer aspecto, en donde

si se detecta un nuevo Cn estable y se reconoce una nueva señal de cliente en un número preestablecido de tramas OTN consecutivas, se identifica la nueva señal de cliente.

Una novena forma de implementación del método de acuerdo con la octava forma de implementación del primer aspecto, en donde

X OPUk se concatenan virtualmente para obtener una estructura OPUk-Xv de trama de mapeo agnóstico, en donde X es mayor o igual que 2; y

5 el periodo de trama OTN es un periodo de trama de la OPUk-Xv, X OPUk concatenadas virtualmente.

De acuerdo con un segundo aspecto, la invención está relacionada con un método para recibir una señal de cliente en una red óptica de transporte, OTN, que comprende:

analizar una unidad k de carga útil del canal óptico, OPUk, de una trama OTN, con el fin de obtener una primera zona y una segunda zona predeterminadas en un campo suplementario de la OPUk;

10 obtener un identificador en la primera zona y un número Cn de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona; y

comparar si el Cn incluido en la segunda zona excede o no un rango del número de bytes de señal de cliente transportado en un periodo de trama OTN de la señal de cliente obtenida, si el identificador indica que el Cn no excede el rango del número de bytes de señal de cliente transportado en un periodo de trama OTN de la señal de cliente obtenida, y si no, almacenar el Cn incluido en la segunda zona, y recuperar los datos de una zona de carga útil de la OPUk de una siguiente trama OTN de acuerdo con el número Cn de bytes de señal de cliente almacenado, con el fin de obtener un flujo de datos de la señal de cliente.

15

Una primera forma de implementación del método de acuerdo con el segundo aspecto, comprendiendo el método, además:

20 almacenar el Cn incluido en la segunda zona del campo suplementario de la OPUk, si el identificador indica que el Cn excede el rango del número de bytes de señal de cliente transportado en un periodo de trama OTN de la señal de cliente obtenida.

Una segunda forma de implementación del método de acuerdo con el segundo aspecto, en donde

25 si el identificador indica que el número de bytes de señal de cliente no excede el rango del número de bytes de señal de cliente, y el Cn incluido en la segunda zona excede el rango del número de bytes de señal de cliente, se almacena un número de bytes de señal de cliente contenido en una trama OTN anterior; o

si todos los identificadores en las primeras zonas de un número preestablecido de tramas OTN consecutivas indican que el Cn excede el rango del número de bytes de señal de cliente transportado en un periodo de trama OTN de la señal de cliente obtenida, se almacena un último Cn almacenado que no exceda el rango de Cn.

30 Una tercera forma de implementación del método de acuerdo con la primera o segunda forma de implementación del segundo aspecto, en donde cuando el identificador indica que el Cn no excede el rango de Cn,

si se determina que se invierten los valores de una primera serie de posiciones binarias en la segunda zona de la trama OTN con respecto a los valores de una primera serie de posiciones binarias de la trama OTN anterior, se almacena el Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior; y

35 si se determina que el número de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona de la trama OTN siguiente aumenta en un valor unitario con respecto al número de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior, en la siguiente trama OTN se almacena el Cn incluido en la segunda zona de la trama; o

40 si se determina que se invierten los valores de una segunda serie de posiciones binarias en la segunda zona de la trama OTN con respecto a los valores de una segunda serie de posiciones binarias de la trama OTN anterior, se almacena el Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior; y

45 si se determina que el número de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona de la trama OTN siguiente se reduce en un valor unitario con respecto al número de bytes de señal de cliente incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior, en la siguiente trama OTN se almacena el Cn incluido en la segunda zona de la trama.

Una cuarta forma de implementación del método de acuerdo con la tercera forma de implementación del segundo aspecto, en donde se determina que un incremento o una reducción del Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN siguiente con respecto al Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior no es un valor unitario, se almacena el Cn guardado en la trama OTN anterior.

Una quinta forma de implementación del método de acuerdo con la tercera forma de implementación del segundo aspecto, en donde

5 si el Cn de la trama OTN cambia con respecto al Cn de la trama OTN anterior, antes de almacenar el Cn de la trama OTN actual, se comprueba que también sean iguales un número preestablecido de Cn de trama OTN consecutivas.

Una sexta forma de implementación del método de acuerdo con la quinta forma de implementación del segundo aspecto, en donde

si se comprueba que en la primera zona y en la segunda zona del campo suplementario de OPUk obtenido mediante análisis todos los bits son 0 ó 1, se ejecuta un proceso de alarma preestablecido.

10 De acuerdo con un tercer aspecto, la invención está relacionada con un equipo para transmitir una señal de cliente en una red óptica de transporte, OTN, que comprende:

una unidad de recepción, adaptada para obtener la señal de cliente, y extraer un reloj de la señal de cliente a partir de la señal de cliente;

15 una unidad de generación del número Cn de bytes de señal de cliente, adaptada para generar un número Cn de bytes de señal de cliente transportado en un periodo de trama OTN en función del reloj de la señal de cliente y un reloj del sistema;

una unidad de determinación, adaptada para comprobar si el número Cn de bytes de señal de cliente excede o no un rango del número de bytes de señal de cliente transportado en un periodo de trama OTN; y

20 una unidad de configuración, adaptada para configurar y/o rellenar una zona de una unidad k de carga útil del canal óptico, OPUk, de la trama OTN;

una unidad de mapeo, adaptada para mapear bytes de señal de cliente sobre una zona de carga útil de la OPUk; y

una unidad de transmisión, adaptada para transmitir una unidad de transporte del canal óptico, OTU;

25 en donde si la unidad de determinación comprueba que el Cn de la trama OTN se encuentra dentro del rango, la unidad de configuración identifica como normal una zona predeterminada en un campo suplementario de la OPUk de la trama OTN e incluye el Cn en el campo suplementario de la OPUk, la unidad de mapeo mapea Cn bytes de señal de cliente sobre la zona de carga útil de la OPUk de la trama OTN siguiente, y la unidad de transmisión transmite a la red OTN una OTU que comprende la OPUk.

30 Una primera forma de implementación del equipo de transmisión de acuerdo con el tercer aspecto, comprendiendo el equipo de transmisión, además:

una unidad de procesamiento, adaptada para procesar la trama OTN en una situación anormal,

en donde si la unidad de determinación comprueba que el Cn de la trama OTN excede el rango, la unidad de configuración identifica como anormal la zona predeterminada en el campo suplementario de la OPUk de la trama OTN, y la unidad de procesamiento ejecuta una gestión de excepciones.

35 Una segunda forma de implementación del equipo de transmisión de acuerdo con el tercer aspecto, en donde la unidad de generación de Cn comprende, además:

un primer módulo de cálculo, adaptado para calcular el número Cn de bytes de señal de cliente en función del reloj de la señal de cliente y el reloj del sistema;

40 un módulo de datos, adaptado para obtener y almacenar el rango de Cn de la señal de cliente obtenida transportada en un periodo de trama OTN;

un módulo de relleno de la primera zona, adaptado para comprobar si el Cn calculado excede o no el rango del Cn almacenado por el módulo de datos, e identificar un resultado de la determinación en una primera zona;

45 un módulo de relleno de la segunda zona, adaptado para rellenar una segunda zona, en donde si el módulo de relleno de la primera zona comprueba que el Cn calculado excede el rango de Cn, el Cn se incluye en la segunda zona de la trama OTN actual; si el módulo de relleno de la primera zona comprueba que el Cn calculado se encuentra dentro el rango de Cn, el Cn incluido en una trama OTN anterior se incluye en la segunda zona de la trama OTN actual; y

un módulo de control de lectura, adaptado para generar una señal de control de lectura de acuerdo con el Cn incluido por el módulo de relleno de la segunda zona, y transmitir la señal de control de lectura a una unidad de memoria intermedia de tipo primero en entrar primero en salir, FIFO.

Una tercera forma de implementación del equipo de acuerdo con el tercer aspecto, en donde

5 la unidad de generación de Cn comprende, además:

un módulo de monitorización, adaptado para obtener una señal de indicación de primer umbral o una señal de indicación de segundo umbral de la unidad de memoria intermedia, y notificárselo al módulo de relleno de la segunda zona.

10 Una cuarta forma de implementación del equipo de acuerdo con la tercera forma de implementación del tercer aspecto, en donde

si el módulo de monitorización recibe la señal de indicación de primer umbral de la unidad de memoria intermedia en un número preestablecido de tramas OTN consecutivas, o el módulo de monitorización recibe la señal de indicación de segundo umbral de la unidad de memoria intermedia en el número preestablecido de tramas OTN consecutivas, el módulo de monitorización se lo notifica al módulo de relleno de la segunda zona.

15 Una quinta forma de implementación del equipo de acuerdo con el tercer aspecto como tal o de acuerdo con una cualquiera de las formas de implementación anteriores del tercer aspecto, en donde

si se produce una alarma anormal en relación con la señal de cliente obtenida, el módulo de relleno de la primera zona y el módulo de relleno de la segunda zona asignan el valor 0 ó 1 a todos los bits de la primera zona y la segunda zona del campo suplementario de la OPUk.

20 Una sexta forma de implementación del equipo de acuerdo con el tercer aspecto como tal o de acuerdo con una cualquiera entre la primera y la cuarta formas de implementación anteriores del tercer aspecto, en donde

la primera zona y la segunda zona del campo suplementario de la OPUk ocupan 2 bytes suplementarios o 3 bytes suplementarios de la OPUk.

25 De acuerdo con un cuarto aspecto, la invención está relacionada con un equipo para recibir una señal de cliente en una red óptica de transporte, OTN, que comprende:

una unidad de recepción, adaptada para obtener una unidad k de carga útil del canal óptico, OPUk, desde la OTN;

una primera unidad de análisis, adaptada para analizar la OPUk con el fin de obtener un identificador en una primera zona de un campo suplementario de la OPUk de una trama OTN;

30 una segunda unidad de análisis, adaptada para analizar la OPUk con el fin de obtener un número Cn de bytes de señal de cliente incluido en una segunda zona del campo suplementario de la OPUk de la trama OTN;

35 una primera unidad de determinación, adaptada para comprobar si el Cn obtenido mediante análisis por parte de la segunda unidad de análisis excede o no un rango del número de bytes de señal de cliente de la señal de cliente obtenida transportada en un periodo de trama OTN, si el identificador indica que el Cn no excede el rango del número de bytes de señal de cliente de la señal de cliente obtenida transportada en un periodo de trama OTN, y si no, activar una unidad de almacenamiento para almacenar el Cn obtenido mediante análisis por parte de la segunda unidad de análisis;

una unidad de almacenamiento, adaptada para mantener el Cn, y almacenar el Cn obtenido mediante análisis por parte de la segunda unidad de análisis, al ser activada por parte de la primera unidad de determinación; y

40 una unidad de recuperación de la señal de cliente, adaptada para recuperar los datos de una zona de carga útil de la OPUk de una trama OTN siguiente de acuerdo con el número de bytes de señal de cliente mantenido por la unidad de almacenamiento, con el fin de obtener un flujo de datos de la señal de cliente.

Una primera forma de implementación del equipo de acuerdo con el cuarto aspecto, en donde

45 si el identificador indica que el Cn excede el rango del número de bytes de señal de cliente de la señal de cliente obtenida transportada en un periodo de trama OTN, se activa la unidad de almacenamiento con el fin de almacenar el Cn obtenido mediante análisis por parte de la segunda unidad de análisis.

Una segunda forma de implementación del equipo de acuerdo con el cuarto aspecto, en donde

si la primera unidad de determinación comprueba que el identificador indica que el Cn no excede el rango de Cn, y el Cn incluido en la segunda zona excede el rango del número de bytes de señal de cliente, la primera unidad de determinación activa la unidad de almacenamiento con el fin de almacenar el Cn guardado en una trama OTN anterior; o

5 si el identificador indica que el Cn no excede el rango de Cn, y el Cn incluido en la segunda zona excede el rango del número de bytes de señal de cliente en un número preestablecido de tramas OTN consecutivas, se activa la unidad de almacenamiento con el fin de almacenar el último Cn obtenido mediante análisis por parte de la segunda unidad de análisis que no excede el rango del número de bytes de señal de cliente.

10 Una tercera forma de implementación del equipo de acuerdo con la primera y segunda formas de implementación del cuarto aspecto, comprendiendo el equipo, además, una segunda unidad de determinación, en donde

15 si la segunda unidad de determinación comprueba que los valores de una primera serie de posiciones binarias en la segunda zona están invertidos con respecto a los valores de una primera serie de posiciones binarias de la trama OTN anterior, la segunda unidad de determinación activa la unidad de almacenamiento con el fin de almacenar el Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior; y si la segunda unidad de determinación comprueba que el Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN siguiente ha aumentado en un valor unitario con respecto al Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior, la segunda unidad de determinación activa la unidad de almacenamiento con el fin de almacenar en la trama OTN siguiente el Cn incluido en la segunda zona de la trama; o

20 si la segunda unidad de determinación comprueba que los valores de una segunda serie de posiciones binarias en la segunda zona están invertidos con respecto a los valores de una segunda serie de posiciones binarias de la trama OTN anterior, la segunda unidad de determinación activa la unidad de almacenamiento con el fin de almacenar el Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior; y si la segunda unidad de determinación comprueba que el Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN siguiente se ha reducido en un valor unitario con respecto al Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior, la segunda unidad de determinación activa la unidad de almacenamiento con el fin de almacenar en la trama OTN siguiente el Cn incluido en la segunda zona de la trama.

25 Una cuarta forma de implementación del equipo de acuerdo con la primera forma de implementación del cuarto aspecto, en donde

30 si la segunda unidad de determinación comprueba que un aumento o una reducción del Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN siguiente con respecto al Cn incluido en la segunda zona de la trama OTN anterior no es un valor unitario, la segunda unidad de determinación activa la unidad de almacenamiento con el fin de almacenar el Cn guardado en la trama OTN anterior.

Una quinta forma de implementación del equipo de acuerdo con la primera forma de implementación del cuarto aspecto, en donde

35 si la primera unidad de análisis y la segunda unidad de análisis realizan el análisis y comprueban que todos los bits en la primera zona y en la segunda zona del campo suplementario de la OPUk son 0 ó 1, la primera unidad de determinación ejecuta un proceso de alarma.

40 De acuerdo con un quinto aspecto, la invención está relacionada con un medio de almacenamiento legible por ordenador, el cual comprende un programa informático, adaptado para permitir que uno o más procesadores ejecuten el método de acuerdo con el primer aspecto.

De acuerdo con un sexto aspecto, la invención está relacionada con un medio de almacenamiento legible por ordenador, el cual comprende un programa informático, adaptado para permitir que uno o más procesadores ejecuten el método de acuerdo con el segundo aspecto.

REIVINDICACIONES

1. Un método para transmitir una señal de cliente en una red óptica de transporte, OTN, que comprende:

5 obtener una señal de cliente, y calcular un número Cn de bytes de señal de cliente transportado en un periodo de trama OTN en función de un reloj de la señal de cliente y un reloj del sistema; y caracterizado por que el método comprende, además:

almacenar un rango del Cn de una señal de cliente detectada transportada en un periodo de trama OTN, en donde el Cn calculado que se encuentra dentro del rango representa que un tipo de señal de cliente de la señal de cliente obtenida es el mismo que un tipo de señal de cliente de la señal de cliente detectada;

10 en una primera zona de un campo Cbyte de una unidad k de carga útil del canal óptico, OPUk, identificar si el Cn calculado excede el rango, en donde el campo Cbyte está dividido en la primera zona y una segunda zona;

si el Cn calculado excede el rango, incluir el Cn calculado en una segunda zona del campo Cbyte de la OPUk;

15 y si el Cn calculado se encuentra dentro del rango, incluir en la segunda zona del campo Cbyte de la OPUk en la trama OTN un Cn incluido en una trama OTN anterior, en donde si es necesario aumentar el Cn transportado en la trama OTN, se invierten los valores de una primera serie de posiciones binarias de la segunda zona; si es necesario reducir el Cn transportado en la trama OTN, se invierten los valores de una segunda serie de posiciones binarias de la segunda zona;

20 en la trama posterior a la trama OTN, mapear los Cn bytes calculados de la señal de cliente sobre una zona de carga útil de la OPUk, y transmitir a la red OTN una unidad de transporte del canal óptico, OTU, que comprende la OPUk.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo además dicho método:

en donde si se genera una necesidad de aumentar un número de bytes transportado por una trama OTN, aumentar en 1 valor unitario el número de bytes de señal de cliente incluido en la trama OTN siguiente antes de invertir los valores de las posiciones binarias en la segunda zona;

25 comprendiendo además dicho método:

si se genera una necesidad de reducir un número de bytes transportado por una trama OTN, reducir en 1 valor unitario el número de bytes de señal de cliente incluido en la trama OTN siguiente antes de invertir los valores de las posiciones binarias en la segunda zona;

3. Un equipo para transmitir una señal de cliente en una red óptica de transporte, OTN, que comprende:

30 una unidad de obtención configurada para obtener una señal de cliente, y calcular un número Cn de bytes de señal de cliente transportado en un periodo de trama OTN en función de un reloj de la señal de cliente y un reloj del sistema; y caracterizado por que el equipo comprende, además:

35 una unidad de almacenamiento configurada para almacenar un rango de Cn de una señal de cliente detectada transportada en un periodo de trama OTN, en donde el Cn calculado que se encuentra dentro del rango representa que un tipo de señal de la señal de cliente obtenida es el mismo que el tipo de señal de cliente de la señal de cliente detectada;

una unidad de identificación configurada para, en una primera zona de un campo Cbyte de una unidad k de carga útil del canal óptico, OPUk, identificar si el Cn calculado excede el rango, en donde el campo Cbyte se divide en la primera zona y una segunda zona;

40 una primera unidad de relleno configurada para, si el Cn calculado excede el rango, incluir el Cn calculado en una segunda zona del campo Cbyte de la OPUk;

45 una segunda unidad de relleno configurada para, si el Cn calculado se encuentra dentro del rango, incluir en la segunda zona del campo Cbyte de la OPUk de la trama OTN un Cn incluido en una trama OTN anterior, en donde, si es necesario aumentar el Cn transportado en la trama OTN, se configura una primera unidad de inversión para invertir los valores de una primera serie de posiciones binarias de la segunda zona; si es necesario reducir el Cn transportado en la trama OTN, se configura una segunda unidad de inversión para invertir los valores de una segunda serie de posiciones binarias de la segunda zona; y

una unidad de mapeo configurada para, en la trama siguiente a la trama OTN, mapear los Cn bytes calculados de la señal de cliente sobre una zona de carga útil de la OPUk, y una unidad de transmisión

configurada para transmitir a la red OTN una unidad de transporte del canal óptico, OTU, que comprende la OPUK.

4. El equipo de acuerdo con la reivindicación 3, comprendiendo además dicho equipo:

5 una unidad de incremento configurada para, si se genera una necesidad de aumentar un número de bytes transportado por una trama OTN, aumentar en 1 valor unitario el número de bytes de señal de cliente incluido en la trama OTN siguiente antes de invertir los valores de las posiciones binarias en la segunda zona;

comprendiendo además dicho equipo:

10 una unidad de reducción configurada para, si se genera una necesidad de reducir un número de bytes transportado por una trama OTN, reducir en 1 valor unitario el número de bytes de señal de cliente incluido en la trama OTN siguiente antes de invertir los valores de las posiciones binarias en la segunda zona.

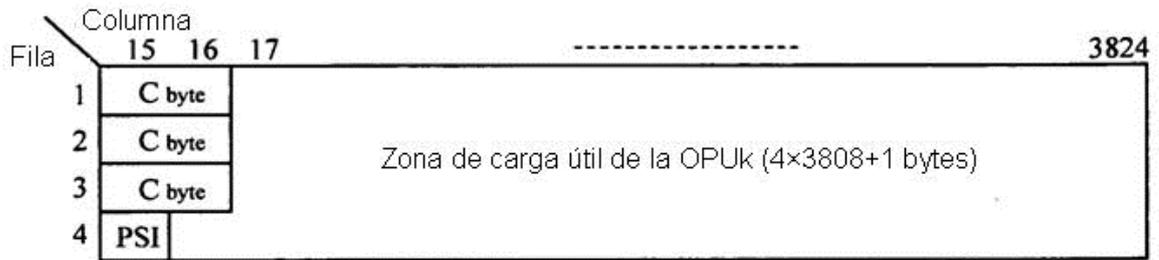


FIG. 1

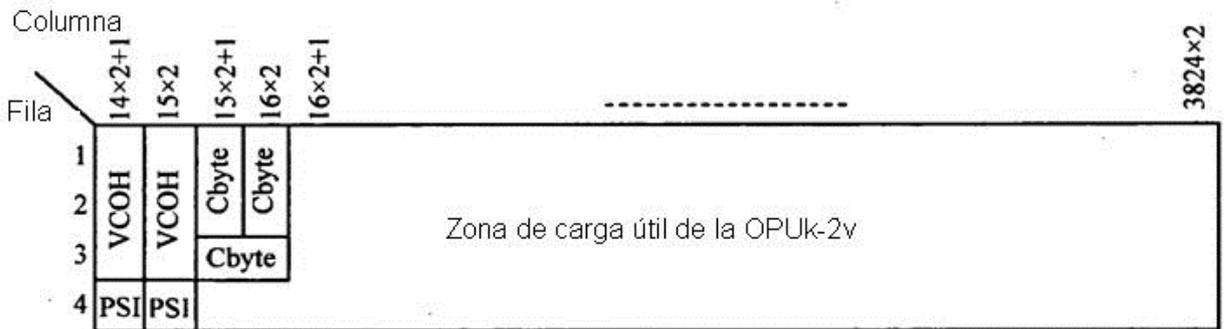


FIG. 2

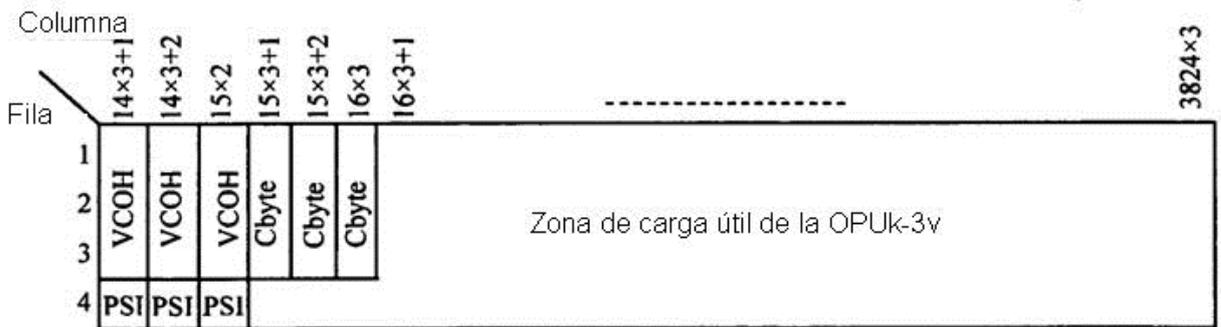


FIG. 3

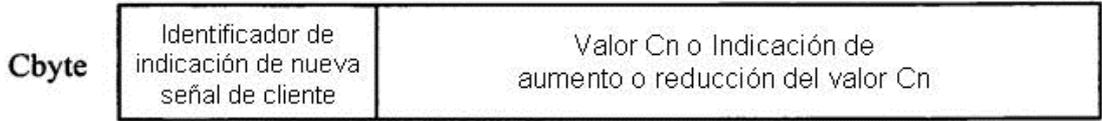


FIG. 4

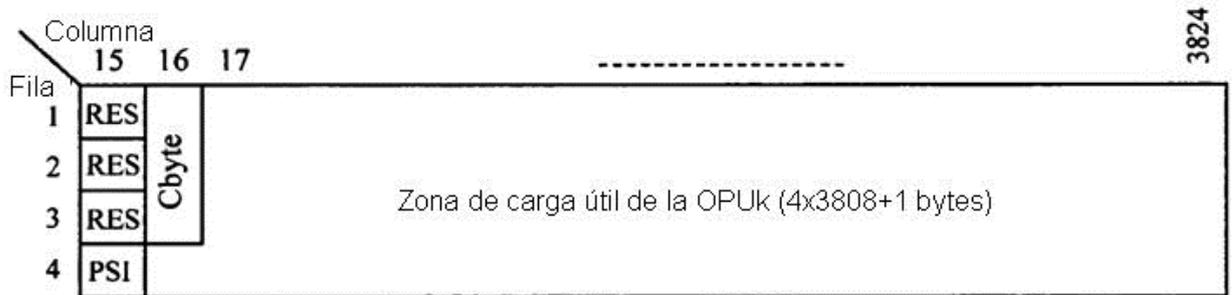


FIG. 5

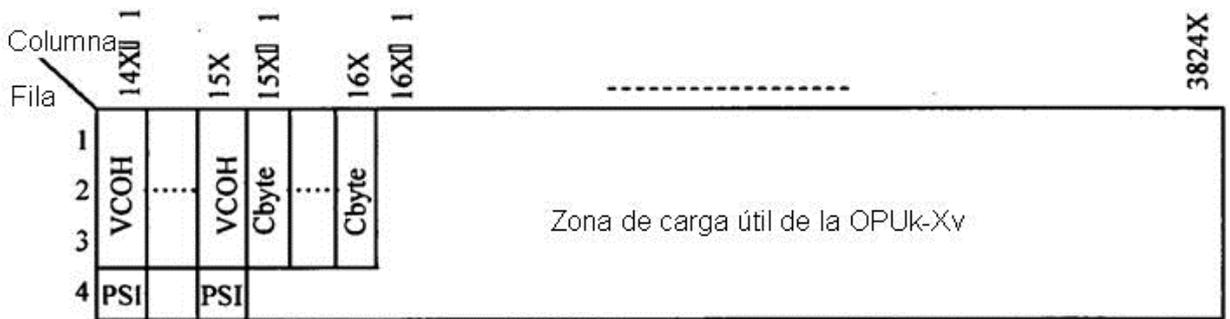


FIG. 6

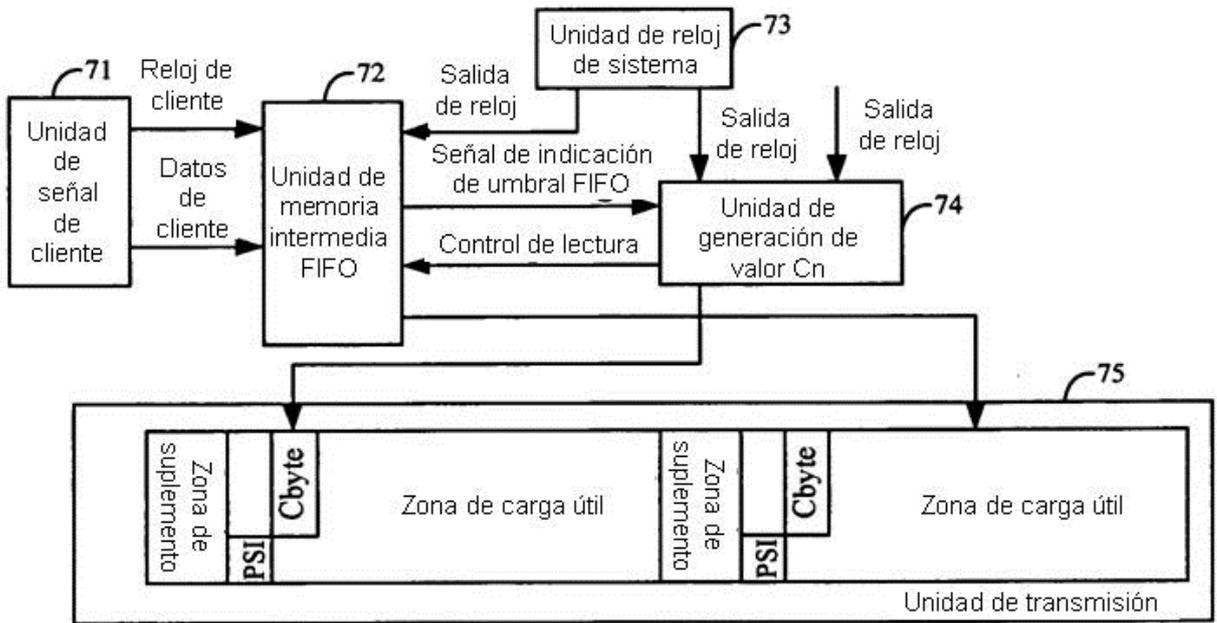


FIG. 7

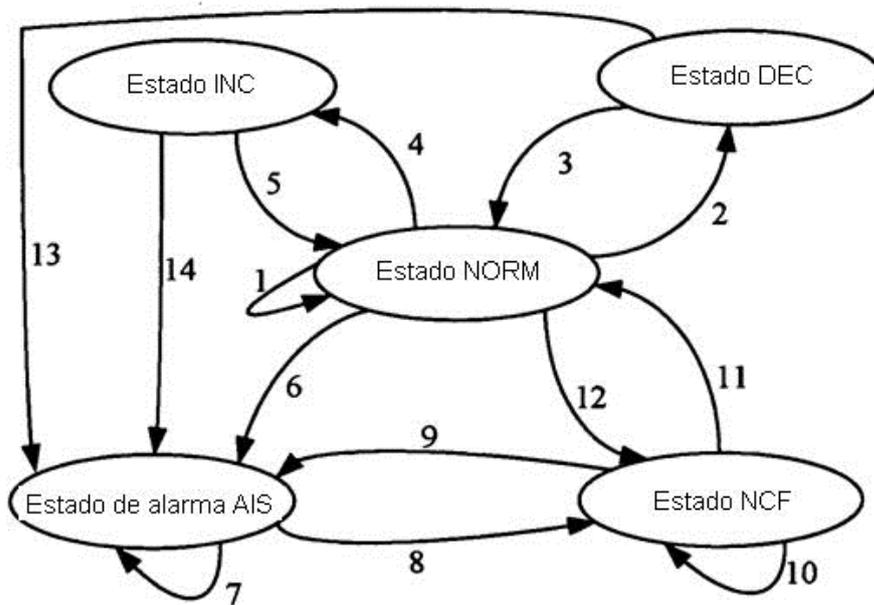


FIG. 8

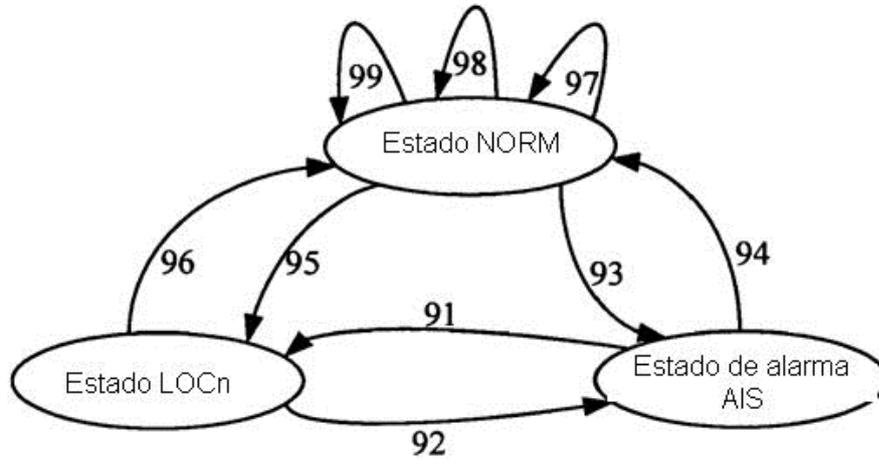


FIG. 9

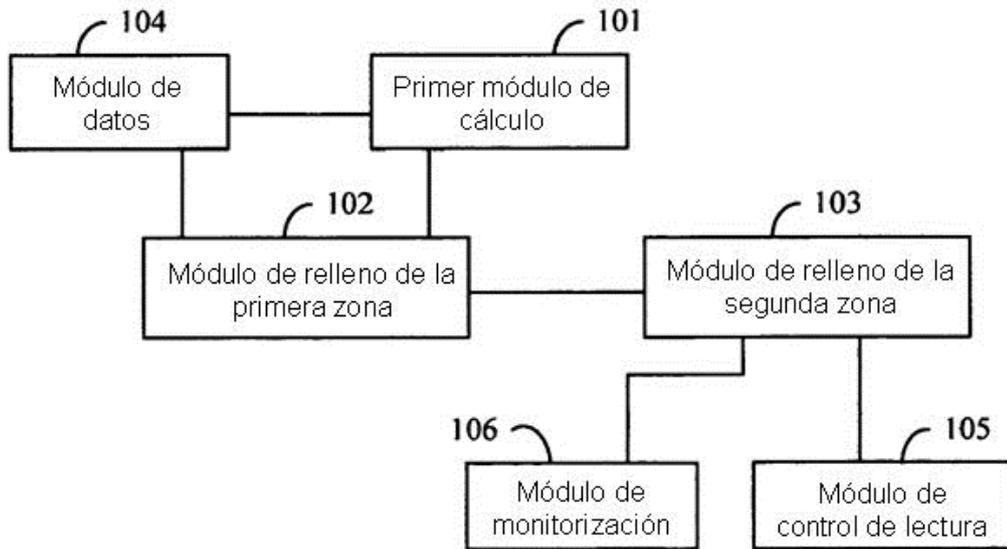


FIG. 10

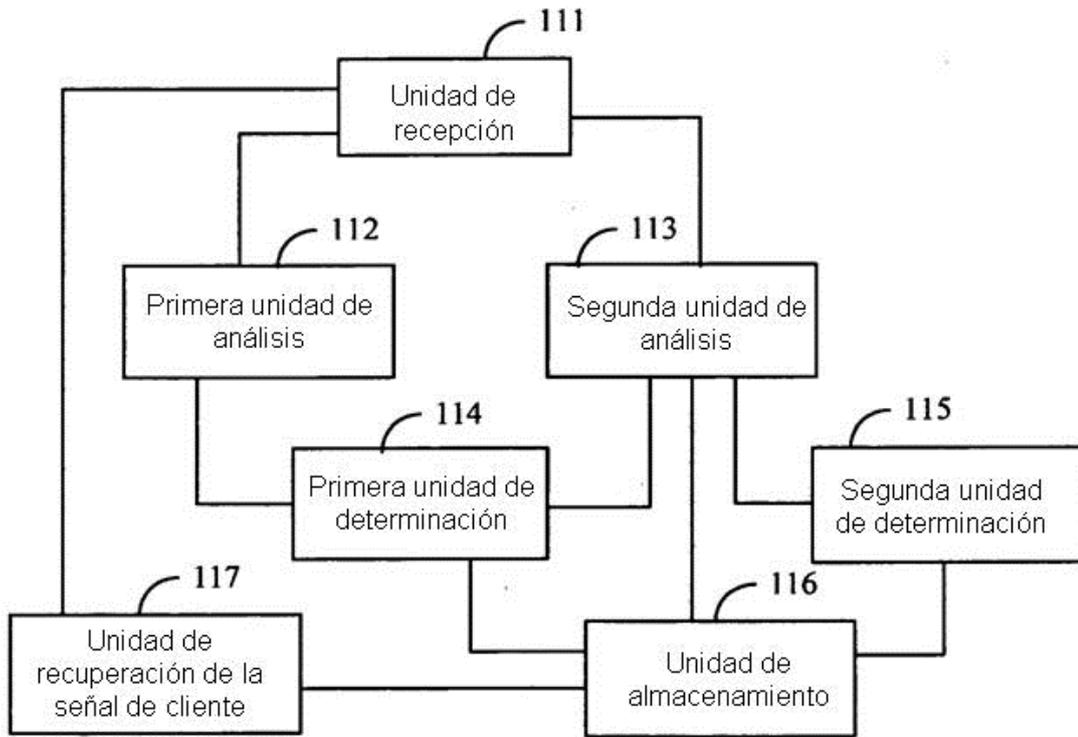


FIG. 11