

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 000**

51 Int. Cl.:
H04L 29/06 (2006.01)
H04J 14/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08757742 .5**
96 Fecha de presentación: **16.06.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2101467**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.09.2009**

54 Título: **MÉTODO Y DISPOSITIVO DE TRANSPORTE DE SEÑAL DE CLIENTE EN UNA RED DE TRANSPORTE ÓPTICO.**

30 Prioridad:
15.06.2007 CN 200710127016

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.01.2012

73 Titular/es:
**Huawei Technologies Co., Ltd.
Huawei Administration Building Bantian
Longgang District, Shenzhen
Guangdong 518129 , CN**

72 Inventor/es:
**DONG, Limin y
WU, Qiuyou**

74 Agente: **Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 373 000 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 dispositivo de transporte de señal de cliente en una red de transporte óptico

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a una tecnología de comunicación óptica y más en particular, a un método y aparato para transportar una señal de cliente en una red de transporte óptico (OTN).

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Con el rápido desarrollo de la economía social, aumentó en gran medida la demanda de información a todos los niveles personales. 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 red OTN, la tecnología de mapeado y de envolvente de una señal de cliente para ser transportada en la red OTN se denomina una tecnología de envolvente digital que comprende, por ejemplo, una estructura de mapeado/multiplexión de una unidad de transporte de canal óptico (OTU) y la multiplexión por división de tiempo y los medios técnicos de mapeado de señal de cliente de una unidad de datos de canal óptico k (ODUK).

Con el fin de transmitir una señal de cliente, en primer lugar, la señal de cliente es mapeada con una unidad 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, entonces se añade una tara adicional de una unidad de datos de canal óptico j (OPUj) a la OPUj, con el fin de formar la ODUj. A continuación, una tara de OTU y un relleno de corrección de errores directos (FEC) se añaden a la ODUj, con el fin de constituir una unidad de transporte de canal óptico -j (OTUj). A continuación, la OTUj se carga para una determinada longitud de onda y se transmite.

30 Cuando la señal de cliente puesta en correspondencia con la OPUj, con el fin de transportar diferentes tipos de señales de cliente, se proporciona, en la especificación técnica de la red OTN, una pluralidad de métodos de mapeado de servicios, incluyendo un método de mapeado de señales de tasa binaria constante (CBR), un método de mapeado de tramas de procedimiento de entramado genérico (GFP) y un método de mapeado de flujos de células en el modo de transferencia asíncrona (ATM). Puesto que los servicios de datos están aumentando continuamente, se ofrecen nuevas demandas sobre la capacidad de transporte transparente de tasa completa de la red OTN, de modo que el modo de mapeado de CBR se aplica cada vez con más frecuencia.

40 En la técnica anterior, se proporciona un método de mapeado de CBR agnóstico y una estructura de trama de unidad de carga útil de canal óptico -k (OPUk) adoptada en el método según se representa en la Figura 1. En dicha estructura de trama, un Cbyte indica un número de bytes de la señal de cliente puesto en correspondencia dentro de un periodo de trama de 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 indicación, es decir, la Cbyte ocupa 2 bytes. La corrección del valor de Cbyte influye directamente en la fiabilidad para el transporte de las señales de cliente, de modo que, en la técnica anterior, tres mismos valores de Cbyte se transportan en cada trama y se filtran errores adoptando un modo de voto mayoritario, con lo que se mejora la fiabilidad para el transporte de las señales de cliente.

50 Cuando las señales de cliente se ponen en correspondencia con las unidades OPUk -Xv (X unidad OPUks virtualmente concatenadas) de la red OTN adoptando el método de mapeado de CBR agnóstico, la tara de concatenación virtual (VCOH) y el identificador de estructura de carga útil (PSI) ocupa un espacio de 4 bytes en cada OPUk de tara de OPUk-Xv, de modo que solamente 4 bytes en la 16ª columna se dejan para Cbyte y en consecuencia, no se pueden satisfacer las demandas sobre la indicación de espacio y voto mayoritario y el Cbyte solamente ocupa 2 bytes por lo que no puede indicar un espacio de bytes bajo una situación de más de cinco unidades OPUks virtualmente concatenadas.

55 Con el fin de resolver los problemas anteriores, se adoptan los métodos siguientes en la técnica anterior.

60 En primer lugar, bajo una situación de OPUk-2v (2 unidades OPUks virtualmente concatenadas), cada 2 bytes en los bytes residuales de la tara de canal OPUk-2v se distribuyen en un solo Cbyte y los errores se filtran adoptando el modo del voto mayoritario. Además, se puede indicar completamente un espacio de bytes de $3808 \times 4 \times 2$ para la unidad OPUk-2v. Una de las posibles soluciones de distribución es la que se representa en la Figura 2 en la estructura de trama de OPUk-2v.

65 A continuación, bajo una situación de OPUk-Xv ($X \geq 3$) (más de 3 unidades OPUks virtualmente concatenadas), se distribuyen 3 bytes para un solo Cbyte y el Cbyte que ocupa 3 bytes puede indicar un espacio de bytes máximo de $3808 \times 4 \times 256$ para la OPUk-Xv (es decir, como máximo, se pueden soportar $X=256$ tramas de OPUk virtualmente

concatenadas). Además, existen al menos 3 tramas de OPUk virtualmente concatenadas, por lo que 3 espacios de Cbyte están distribuidos en la OPUk-Xv OH para realizar el modo del voto mayoritario. La estructura de trama detallada se puede obtener haciendo referencia a una estructura de trama OPUk-3v representada en la Figura 3.

5 Durante el proceso de investigación y puesta en práctica realizado en la técnica anterior, los inventores de la presente invención descubrieron que existen los siguientes problemas en la técnica anterior.

10 En primer lugar, a medida que se incrementa el número de bytes del espacio de bytes de Cbyte, si se produce un error para cualquier bit entre 16 bits cuando se transportan, el valor del Cbyte completo se hace incorrecto. Transportando simplemente 3 mismos Cbytes en cada trama y adoptando el modo del voto mayoritario, la fiabilidad y la tolerancia a errores no son deseables. Además, 3 mismos Cbytes se transportan en cada trama, por lo que bytes suplementarios excesivos están ocupados, lo que no resulta útil para una expansión normalizada adicional.

15 A continuación, ninguna estructura de trama de mapeado CBR agnóstica, con un formato uniforme, se proporciona para la OPUk-Xv, lo que constituye un inconveniente para conseguir la uniformidad de la estructura de trama de mapeado de CBR. En el método de mapeado CBR agnóstico anterior, el número de bytes de señal de cliente Cn, que se transporta en el periodo de trama de OTN, se ha convertido en un factor importante que influye sobre la fiabilidad operativa.

20 SUMARIO DE LA INVENCION

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

25 En una forma de realización de la invención se da a conocer un método para transmitir una señal de cliente en una red OTN, que comprende las etapas siguientes:

30 la adquisición de una señal de cliente de entrada, que recupera un reloj de señal de cliente a partir de la señal de cliente y la memorización de la señal de cliente de entrada en una unidad de memorización intermedia FIFO (primero en entrar, primero en salir);

la adquisición de un número de bytes de señal de cliente Cn en función del reloj de señal de cliente y un reloj del sistema;

35 la determinación de si el número de bytes de la señal de cliente Cn es, o no, un valor de Cn normal y

la identificación de si se produce, o no, una nueva señal de cliente en una posición binaria CC de una primera zona de un Cbyte relleno en una OPUk, en donde el campo Cbyte está dividido en la primera zona y una segunda zona;

40 si se detecta una nueva señal de cliente, el relleno del valor del número de bytes de señal de cliente Cn adquirido en la segunda zona;

45 si se genera una demanda de aumentar un número de bytes soportado por una trama de OTN, la inversión de los valores de una primera serie de posiciones binarias en la segunda zona de la trama de OTN actual y el aumento del número de bytes de señal de cliente rellenos antes de que los valores de las posiciones binarias, en la segunda zona, sean invertidos en '1' en una trama de OTN siguiente;

50 si se genera una demanda de disminuir un número de bytes soportado por una trama de OTN, la inversión de los valores de una segunda serie de posiciones binarias en la segunda zona de la trama de OTN actual y la disminución del número de bytes de señal de cliente rellenos antes de que los valores de las posiciones binarias, en la segunda zona, sean invertidas en '1' en una trama de OTN siguiente;

55 en función del número de bytes de señal de cliente Cn rellenos en la segunda zona del campo Cbyte, en la trama de OTN anterior, el suministro a la salida de una señal de control de lectura a la unidad de memorización intermedia FIFO para controlar la lectura de la señal de cliente.

En una forma de realización, la presente invención da a conocer un método para transmitir una señal de cliente en una red de transporte óptico, OTN, que comprende:

60 la memorización de un margen operativo adquirido de un número de bytes de señal de cliente Cn de una señal de cliente transportada en un periodo de trama de OTN;

la adquisición de la señal de cliente y el cálculo del Cn transportado en el periodo de trama de OTN, en función de un reloj de señal de cliente y de un reloj del sistema;

65 la identificación de si el valor de Cn supera el margen operativo en una primera zona de un campo de Cbyte de una

unidad de carga útil de canal óptico -k, OPUk;

5 en una trama de OTN actual, si el valor de Cn calculado supera dicho margen operativo, el relleno en una segunda zona del campo Cbyte de la OPUk con el valor Cn calculado y si el valor Cn calculado cae dentro del margen operativo, el relleno en la segunda zona del campo de Cbyte de la OPUk de la trama de OTN actual con el mismo Cn que el relleno en la trama de OTN anterior y

10 en la trama siguiente a la trama de OTN actual, el mapeado de los bytes de señal de cliente Cn con una zona de carga útil de OPUk y la transmisión de una unidad de transporte de canal óptico, OTU, que comprende la OPUk para la red OTN.

En una forma de realización de la presente invención se da a conocer un medio de memorización legible por ordenador, que comprende un programa, adaptado para ejecutar la etapa:

15 guardar un margen operativo adquirido de un número de bytes de señal de cliente Cn a partir de una señal de cliente transportada en un solo periodo de trama de OTN;

20 la adquisición de la señal de cliente y el cálculo del valor Cn transportado en el periodo de trama de OTN, en función de un reloj de señal de cliente y un reloj del sistema;

la identificación de si el valor Cn supera, o no, el margen operativo en una primera zona de un campo Cbyte de una unidad de carga útil de canal óptico -k, OPU;

25 en una trama de OTN actual, si el valor de Cn calculado supera el margen operativo, el relleno en una segunda zona del campo Cbyte de la OPUk con el Cn calculado y si el Cn calculado cae dentro del margen operativo, el relleno en la segunda zona del campo Cbyte de la OPUk de la trama de OTN actual con el mismo Cn que el relleno en la trama de OTN anterior y

30 en la trama siguiente a la trama de OTN actual, el mapeado de bytes de señal de cliente Cn con una zona de carga útil de OPUk y la transmisión de una unidad de transporte de canal óptico, OTU, que comprende la OPUk para la red OTN.

35 En las soluciones técnicas de las formas de realización de la presente invención, un identificador de cambio del número de bytes de señal de cliente se añade, además, en el campo Cbyte, que está adaptado para comprobar el número de bytes de señal de cliente rellenos en el campo Cbyte, con el fin de mejorar la fiabilidad para transportar el número de bytes de la señal de cliente, con lo que se mejora la fiabilidad para el transporte de la señal de cliente. En comparación con el modo del voto mayoritario adoptado en la técnica anterior, las soluciones técnicas de las formas 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 la señal de cliente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

45 La presente invención se hará más evidente a partir de la descripción detallada dada a continuación, para fines ilustrativos solamente, y por ello no limitativa de la presente invención, y en donde:

La Figura 1 es una vista estructural esquemática de una trama de OTN adoptada en el mapeado de CBR en la técnica anterior;

50 La Figura 2 es una vista estructural esquemática de una trama de OTN de OPUk-2v en la técnica anterior;

La Figura 3 es una vista estructural esquemática de una trama de OTN de OPUk-3v en la técnica anterior;

55 La Figura 4 es una vista esquemática de un campo Cbyte según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 5 es una vista estructural esquemática de una trama de OPUk con un Cbyte que ocupa 3 bytes según una forma de realización de la presente invención;

60 La Figura 6 es una vista estructural esquemática de una trama de OPUk-Xv con el Cbyte ocupando 3 bytes según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 7 es una vista esquemática de un procedimiento de procesamiento de datos de un extremo de transmisión de señal de cliente según una forma de realización de la presente invención;

65 La Figura 8 es una vista esquemática de una máquina de estado del extremo de transmisión de la señal de cliente según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 9 es una vista esquemática de una máquina de estado de un extremo de recepción de señal de cliente según una forma de realización de la presente invención;

5 La Figura 10 es una vista estructural esquemática de una unidad generadora de Cn, según una forma de realización de la presente invención y

La Figura 11 es una vista estructural esquemática del extremo de recepción de la señal de cliente según una forma de realización de la presente invención.

10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

En las formas de realización de la presente invención, según el método de mapeado CBR agnóstico descrito en G.709 livinglist SP13 (interfaces para la red de transporte óptico (OTN); G.709/7.1331 (03/03) ITU-T, XP017 400848), se definen nuevas reglas de explicación y generación de Cbytes y su método operativo de modo que un espacio de bytes ocupado por el Cbyte sea comprimido, con la consiguiente mejora de la fiabilidad del transporte de los bytes de Cbyte y se proporciona una definición del formato de relleno uniforme de Cbyte para un contenedor de OPUk-Xv (X=2~256) que adopta el método de mapeado CBR agnóstico.

20 La Figura 4 es una vista esquemática de un campo de Cbyte según una forma de realización de la presente invención. Haciendo referencia a la Figura 4, en las formas de realización de la presente invención, el campo Cbyte está dividido en dos partes, esto es, una primera zona y una segunda zona, en donde la primera zona está adaptada para indicar si se produce, o no, una nueva señal de cliente y la segunda zona está adaptada para rellenar un valor de un número de bytes de señal de cliente Cn o está adaptada para indicar si el valor Cn generado adoptando el método dado a conocer a continuación se aumenta o disminuye.

Una magnitud del campo Cbyte se puede seleccionar en función de requisitos reales. Con el fin de satisfacer la indicación uniforme de los espacios de carga útil de OPUk y OPUk-Xv (que soportan X=256 OPUks virtualmente concatenadas) se puede distribuir 3 bytes al Cbyte (con referencia al cálculo del número de bytes requerido por el Cbyte). Si solamente necesita soportarse una cantidad limitada de OPUk-Xv virtualmente concatenadas, por ejemplo, X es 2 o 3, se puede distribuir 2 bytes para el Cbyte. El Cbyte que ocupa 3 bytes se establece como un ejemplo para la descripción como sigue.

30 Bajo una situación de que el Cbyte está representado por 3 bytes, una estructura de trama de OPUk es tal como se representa en la Figura 5. Una estructura de trama de OPUk-Xv, adquirida concatenando virtualmente X unidades OPUks, es según se representa en la Figura 6. En este caso, la estructura de OPUk y la estructura de OPUk-Xv están unificadas.

Haciendo referencia a la Figura 5, en la estructura de OPUk, el Cbyte ocupa 3 bytes en la 16ª columna. En comparación con la estructura de OPUk, según se representa en la Figura 1, el Cbyte en esta forma de realización ocupa 3 bytes con el consiguiente ahorro de los bytes suplementarios de 3 unidades OPUks.

40 Haciendo referencia a la Figura 6, en la estructura de OPUk-Xv, necesita transportarse X campos Cbyte y cada campo Cbyte ocupa 3 bytes. En comparación con la OPUk-3v, según se representa en la Figura 3, el número de campos de Cbyte realmente transportados, en esta forma de realización, es el mismo que el de la técnica anterior. Sin embargo, en la forma de realización de la presente invención, se adopta el método capaz de mejorar la fiabilidad para el transporte del número de bytes de la señal de cliente Cn dado a conocer a continuación, en lugar del modo del voto mayoritario adoptado en la técnica anterior. Por lo tanto, desde el punto de vista teórico, solamente un campo Cbyte necesita transportarse en la trama de OPUk-Xv y los demás bytes suplementarios, originalmente distribuidos al Cbyte, pueden reservarse o adaptarse para realizar la expansión de otros contenidos.

Según se describió anteriormente, en la forma de realización de la presente invención, el Cbyte que ocupa 3 bytes se establece a modo de ejemplo y en función de los contenidos definidos en la Figura 4, la Tabla 1 indica un modo de distribución de posiciones binarias en el Cbyte que ocupa 3 bytes (es decir, 24 bits):

Tabla 1

Cbyte 1 (fila=1)								Cbyte2 (fila=2)								Cbyte3 (fila=3)							
C	C	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D

65 Según se representa en la Tabla 1, en esta forma de realización, dos posiciones binarias (posiciones binarias C)

están adaptadas para identificar la nueva señal de cliente, es decir, la primera zona del campo Cbyte y las otras 22 posiciones binarias (posiciones binarias I posiciones binarias D) están adaptadas para rellenar el valor de Cn e indican un incremento o decremento del valor de Cn, es decir, 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 todas las situaciones de los espacios de bytes de la OPUk-Xv se pueden indicar adoptando 22 posiciones binarias.

Además, con el fin de mejorar la fiabilidad de identificación de la nueva señal de cliente, 3 bits, 4 bits o más posiciones binarias se pueden distribuir en la primera zona para indicar la nueva señal de cliente. En correspondencia, los espacios de la segunda zona para relleno del valor de Cn y la indicación del incremento o decremento del valor de Cn son disminuidos. La regla de generación del campo Cbyte, según las formas de realización de la presente invención, se describe, en detalle, tomando la estructura del campo Cbyte (es decir, 2 bits están adaptados para identificar la nueva señal de cliente y 22 bits están adaptados para indicar el valor de Cn y el incremento o decremento del valor de Cn) según se indica en la Tabla 1 a modo de ejemplo.

Haciendo referencia a la Tabla 1

1) Se supone que una posición identificadora de CC se establece como "01" que representa que los valores de Cn normales están rellenos en las 22 últimas posiciones binarias del Cbyte.

Como para la OPUk determinada y el tipo de señal de cliente determinado, el valor Cn de un tipo de señal determinado, soportado por la OPUk, está dentro de un margen establecido, es decir, para un tipo de señal de cliente determinado, un valor máximo de Cn y un valor mínimo de Cn existen para el tipo de señal soportado por la OPUk.

El valor Cn normal se refiere a un valor Cn adquirido en función de un reloj de señal de cliente y un reloj del sistema que está dentro de un margen comprendido entre el valor mínimo y el valor máximo de la señal de cliente Cn detectada (incluyendo el valor mínimo de Cn y el valor máximo de Cn), que indica que el tipo de señal de cliente soportado por la OPUk actual permanece invariable y es todavía el tipo de señal de cliente soportado por la OPUk anterior.

Si se detecta una nueva señal de cliente, es decir, el tipo de señal de cliente de la trama actual se cambia en comparación con el tipo de señal de cliente detectado, es decir, el valor Cn adquirido en función del reloj de señal de cliente y del reloj del sistema supera el margen establecido entre el valor mínimo y el valor máximo de la señal de cliente Cn detectada, de modo que la posición binaria CC se establece como "10" para identificación.

En la forma de realización anterior, se define que el valor Cn se identifica como normal (es decir, el tipo de señal de cliente permanece invariable) cuando la posición binaria CC es 01 y se identifica que se supervisa una nueva señal de cliente (es decir, el tipo de señal de cliente se cambia) cuando la posición binaria CC es 10. De este modo, si la posición binaria CC tiene otro valor, dichos valores son valores ilegales, que indican que el transporte de la posición binaria CC puede hacerse anormal. Sin embargo, el valor que establece la posición binaria CC, bajo diferentes estados de identificación, no está limitado en la presente invención.

La señal de cliente transportada adoptando la OPUk se toma como ejemplo y los métodos para el cálculo del valor máximo de Cn y del valor mínimo de Cn se describen como sigue

$$\text{valor máximo Cn} = \text{int} \left[\frac{\text{Tasa señal cliente} + \text{desviación frecuencia}}{\text{Tasa carga útil OPUk} - 20 \text{ ppm}} \times 3808 \times 4 \right] + 1$$

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

Int significa: "el valor entero de".

Si se adoptan X canales de OPUks virtualmente concatenadas (OPUk-Xv) para el transporte, los métodos para calcular el valor máximo de Cn y el valor mínimo de Cn se indican como sigue:

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

$$\text{Valor mínimo } C_n = \text{int} \left[\frac{\text{Tasa señal cliente} - \text{desviación frecuencia}}{\text{Tasa carga útil OPUk} - X_v + 20 \text{ ppm}} \times 3808 \times 4 \times X \right]$$

5 En las ecuaciones anteriores, 20 ppm es un margen de fluctuaciones del reloj del sistema.
 En particular, se supone que, por ejemplo, una OPU4 (104.6641791 kbit/s, \pm 20 ppm) soporta una señal de cliente de 100GE (103.125 kbit/s, \pm 100 ppm).

10 Según los métodos anteriores para calcular el valor máximo de C_n y el valor mínimo de C_n , se puede considerar que:

$$\text{Valor máximo } C_n = \text{int} \left[\frac{103.125 \times (1 + 0.0001)}{104.6641791 \times (1 - 0.00002)} \times 3808 \times 4 \right] + 1$$

15 = 15010 bytes

$$\text{Valor mínimo } C_n = \text{int} \left[\frac{103.125 \times (1 - 0.0001)}{104.6641791 \times (1 + 0.00002)} \times 3808 \times 4 \right]$$

20 = 15006 bytes

25 2) Si está previsto aumentar el número de bytes de señal de cliente (C_n) transportados en la trama de OTN, entre el campo Cbyte según se indica en la Tabla 1, se invierten 11 posiciones binarias I de la segunda zona. En la forma de realización de la presente invención, el modo de invertir las posiciones binarias I representa que el valor de C_n , en la trama de OTN siguiente, será incrementado.

30 Después de la inversión de las 11 posiciones binarias I de la trama de OTN actual, el valor de C_n rellenado en la segunda zona del campo Cbyte de la siguiente trama de OTN es el valor de C_n de la trama de OTN anterior a la trama OTN actual aumentado en un valor unitario. En esta forma de realización, el valor unitario es 1, sin embargo, los expertos en esta materia pueden establecer el valor unitario según las exigencias reales. En las siguientes formas de realización de la presente invención, el valor unitario es 1.

35 Si el valor C_n de la trama de OTN anterior es el valor máximo de C_n , el valor de C_n de la siguiente trama OTN permanecerá invariable.

40 3) Si se pretende disminuir el número de bytes de la señal de cliente (C_n) transportados en la trama de OTN, entre el campo Cbyte según se indica en la Tabla 1, se invierten 11 posiciones binarias D de la segunda zona. En la forma de realización de la presente invención, el modo de invertir posiciones binarias D indica que el valor de C_n , en la siguiente trama de OTN, será disminuido.

45 Después de la inversión de las 11 posiciones binarias D de la trama OTN actual, el valor de C_n rellenado en la segunda zona del campo Cbyte de la siguiente trama OTN es el valor C_n de la trama OTN anterior a la trama OTN disminuido en un valor unitario. En esta forma de realización, el valor unitario es 1. Sin embargo, los expertos en esta materia pueden establecer el valor unitario según las exigencias reales. En las siguientes formas de realización de la presente invención, el valor unitario es 1.

50 Si el valor C_n de la trama OTN anterior es el valor mínimo de C_n , el C_n de la siguiente trama OTN permanece invariable.

55 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, todos los valores '0' y todos los valores '1' se rellenan en la primera zona y la segunda zona del campo Cbyte, lo que indica que el Cbyte está en un estado de señal de indicación de alarma (AIS).

Haciendo referencia a la Figura 7, se describe a continuación, en detalle, un método para generar una demanda de aumentar/disminuir el número de bytes de señal de cliente (valor C_n) soportado por la unidad OPUk. Un extremo de transmisión de señal de cliente incluye una unidad de señal de cliente 71, una unidad de reloj del sistema 73 y una

unidad de memorización intermedia 72 del tipo 'primera en llegar, primera en salir' (FIFO).

La unidad de señal de cliente 71 está adaptada para la escritura de una señal de cliente en la unidad de memorización intermedia FIFO, según una tasa de reloj de señal de cliente.

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

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

En condiciones normales, existe una desviación entre la escritura según el reloj de señal de cliente y la lectura según el reloj del sistema, es decir, la tasa de escritura de la señal de cliente en la unidad de memorización intermedia es más alta o más baja que la tasa de lectura de la señal de cliente desde la unidad de memorización intermedia y la escritura de la señal de cliente para la zona de carga útil de OPUK en función de 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 memorizados en la unidad de memorización intermedia alcanzan y está por debajo del umbral inferior de la unidad de memorización intermedia. Cuando una tasa de escritura del reloj de señal de cliente es relativamente alta, los datos de señal de cliente memorizados en la unidad de memorización intermedia alcanzan y supera un umbral superior de la unidad de memorización intermedia. En este caso, si los datos de la señal de cliente memorizados en la unidad de memorización intermedia alcanzan o superan el umbral superior de la unidad de memorización intermedia, esta unidad transmite una primera señal de indicación de umbral a una unidad generadora del valor Cn 74, con el fin de generar la demanda de aumentar el número de bytes de la señal de cliente Cn soportado por la OPUK. Si los datos de señal de cliente memorizados en la unidad de memorización intermedia alcanza o es menor que el umbral inferior de la unidad de memorización intermedia, esta unidad transmite una segunda señal de indicación de umbral a la unidad generadora de valores Cn 74, con el fin de generar la demanda de disminuir el número de bytes Cn de la señal de cliente soportados por la OPUK.

La forma de realización de la estructura de campos Cbyte se da a conocer en la forma indicada en la Tabla 1. Además, se puede variar la estructura de los campos Cbyte. Por ejemplo, en la forma de realización representada en la Tabla 1, en la segunda zona del campo Cbyte, 22 posiciones binarias están divididas 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 (es decir, 11 posiciones binarias I y 11 posiciones binarias D) de la segunda zona están uniformemente distribuidas. Sin embargo, como para la primera variación de la estructura del campo Cbyte, las posiciones binarias I y las posiciones binarias D no pueden ser establecidas 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. Como para la segunda variación de la estructura del campo Cbyte, las posiciones binarias I y las posiciones binarias D no están uniformemente distribuidas para todas 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. Los expertos en esta materia pueden configurar la división y la definición de las posiciones binarias en la estructura del campo Cbyte según las demandas reales, lo que no está limitado en la presente invención.

Haciendo referencia a la Figura 8, según la regla generadora de campos Cbyte anterior, una máquina de estado de generación de Cbyte, en el extremo transmisor, se describe en detalle a continuación. La máquina de estado de generación de Cbyte tiene, en total cinco estados, incluyendo un estado de incremento de Cn (estado INC), un estado de decremento de Cn (estado DEC), un estado normal Cn (estado NORM), un estado de alarma de AIS y un nuevo estado de señal de cliente (estado NCF).

En el estado INC, el valor de Cn se incrementa en 1, en donde se invierten las posiciones binarias I.

En el estado DEC, el valor de Cn se disminuye en '1', en donde se invierte las posiciones binarias D.

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

En el estado de alarma AIS, todos los '0' o todos los '1' se rellenan en la primera y la segunda zona del campo Cbyte.

En el estado NCF, el valor de CC de la primera zona del campo Cbyte es 10, que se identifica como una nueva señal de cliente y mientras tanto, un nuevo número de bytes Cn de señal de cliente se rellena en la segunda zona del campo Cbyte.

Haciendo referencia a la Figura 8, se describe, con detalle, las condiciones de salto entre cada uno de los estados del extremo de transmisión de señal de cliente.

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

5 En una condición de salto 2, la tasa para la lectura de datos desde la unidad de memorización intermedia FIFO, en función del reloj del sistema, es más alta que la tasa para la escritura de datos en la unidad de memorización intermedia FIFO en función del reloj del cliente, de modo que los datos de la señal de cliente en memorización intermedia en la unidad de memorización intermedia FIFO alcanza o es menor que un umbral inferior de la unidad de memorización intermedia FIFO y por ello, la unidad de memorización intermedia FIFO genera una petición de ajuste de disminuir el valor Cn en 1.
10

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

15 En una condición de salto 4, la tasa para lectura de los datos desde la unidad de memorización intermedia FIFO, en función del reloj del sistema, es menor que la tasa para escritura de los datos en la unidad de memorización intermedia FIFO, en función del reloj del cliente, de modo que los datos de la señal de cliente en memorización intermedia en la unidad de memorización intermedia FIFO alcanza o supera un umbral superior de la unidad de memorización intermedia FIFO y por ello, dicha unidad de memorización intermedia FIFO genera una petición de ajuste de aumentar el valor de Cn en 1.
20

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

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

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

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

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

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

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

35 En una condición de salto 12, se detecta una nueva señal de cliente.

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

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

Sobre la base de la forma de realización de la máquina de estado del cliente, se adopta, además, un modo de filtrado de 3 tramas en la presente invención, con lo que se mejora todavía más la fiabilidad para el transporte del número de bytes de la señal de cliente, en cuanto a filtrar los errores posiblemente generados para Cbyte durante el proceso de transporte y para evitar que el valor de Cn sea frecuentemente cambiado debido a la fluctuación del reloj de señal de cliente o del reloj del sistema. En particular, cuando se genera la demanda de aumentar/disminuir el valor Cn, la máquina de estado entra en el estado INC/estado DEC. En consecuencia, las posiciones binarias I o las posiciones binarias D se invierten en el campo Cbyte de la trama de OPUk actual, de modo que el valor de Cn se ajuste para incrementarse/decrementarse en 1 en la trama siguiente a la trama OPUk actual y el valor de Cn ajustado se ajusta una vez más después de durar durante al menos 3 tramas, es decir, el valor de Cn se ajusta recientemente una vez en al menos una 5ª trama. Según el modo de filtrado de 3 tramas, los expertos en esta materia pueden establecer el número de tramas adoptado durante el filtrado en función de las exigencias reales.
45
50

La unidad OPU4 (104,6641791 kbit/s, \pm 20 ppm) que soporta 100GE (103,125 kbit/s, \pm 100 ppm) se toma como un ejemplo a continuación y se adopta una tolerancia de la unidad de memorización intermedia FIFO requerida para el modo de filtrado de 3 tramas, en la forma de realización de la presente invención, que se describe a continuación en detalle.
55

Según los métodos anteriores para el cálculo del valor máximo de Cn y del valor mínimo de Cn, se consigue que:

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

En consideración de las situaciones extremas, cuando se incrementa el valor Cn desde el valor mínimo de Cn (15006 bytes) al valor máximo de Cn (15010 bytes), se necesita realizar la operación de aumentar el valor de Cn en 1 para un total de 4 veces. Desde que se adopta el modo de filtrado de 3 tramas, se invierten 4 tramas (los bits I de la primera trama se invierten y los valores Cns de las tres tramas siguientes se aumentan en 1 y luego, se mantienen invariables) se requieren cada vez cuando se realice la operación de aumentar el valor de Cn en 1. De este modo,
65

5 cuando se incrementa el valor de Cn desde 15006 bytes a 15010 bytes, se requiere un total de 16 tramas. La diferencia del número de bytes de Cn máximo para cada trama causada 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, como para las 16 tramas, un requisito de tolerancia de almacenamiento, en la unidad de memorización 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 incrementar el valor de Cn en 1, de modo que el número de bytes acumulados o disminuidos, como máximo, por la unidad de memorización intermedia FIFO debe ser más pequeño que 64 y las tolerancias de desbordamiento superior y de desbordamiento inferior, de la unidad de memorización intermedia FIFO requerida en el método, no son de magnitud excesiva.

15 Sobre la base de la forma de realización del método para generar el campo Cbyte en el extremo de transmisión de la señal de cliente, la presente invención da a conocer, además, un método para transmitir una señal de cliente en una red OTN, que incluye las etapas siguientes.

En la etapa A1, se adquiere una señal de cliente de entrada, un reloj de cliente se recupera a partir de la señal de cliente adoptando, por ejemplo, un bucle de enclavamiento de fase y la señal de cliente de entrada se guarda en la unidad de memorización intermedia FIFO.

20 En la etapa A2, el número de bytes Cn de la señal de cliente se adquiere en función del reloj de señal de cliente y de un reloj del sistema. Se determina si el valor Cn es un valor Cn normal o no lo es, es decir, se detecta si se produce, o no, una nueva señal de cliente. Según el método de determinación anterior, en particular, se determina si el valor Cn adquirido supera el margen establecido entre el valor mínimo de Cn y el valor máximo de Cn de la señal de cliente detectada o no.

25 En la etapa A3, se identifica si se produce una nueva señal de cliente, o no, en la posición binaria CC en la primera zona del Cbyte rellenado de la unidad OPUk.

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

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

40 En particular, si se genera la demanda de aumentar el número de bytes soportado por la trama OTN, los valores de la primera serie de posiciones binarias (las posiciones binarias I se muestran en la Tabla 1) en la segunda zona de la trama OTN actual son invertidas y el número de bytes de la señal de cliente rellenados antes de que se inviertan los valores de las posiciones binarias en la segunda zona, se incrementa en '1' en la trama OTN siguiente.

45 Si se genera la demanda de disminuir el número de bytes soportado por la trama OTN, los valores de la segunda serie de posiciones binarias (las posiciones binarias D se muestran en la Tabla 1) en la segunda zona de la trama OTN actual son objeto de inversión y el número de bytes de la señal de cliente rellenados antes de que se inviertan los valores de las posiciones binarias en la segunda zona se disminuye en '1' en la trama OTN siguiente.

Si se adquiere una indicación que representa que la señal de cliente es anormal, todos los '1' y todos los '0' se rellena en el campo Cbyte de la OPUk.

50 En general, si no se genera ninguna demanda de aumentar/disminuir el número de bytes soportados por la trama OTN, y no se recibe ninguna indicación que represente que la señal de cliente es anormal, el valor de Cn rellenado en la segunda zona de la trama OTN anterior se rellena en la segunda zona.

55 En la etapa A4, en función del número de bytes Cn de señal de cliente rellenados en la segunda zona del campo Cbyte en la trama OTN anterior, la señal de control de lectura se proporciona a la salida, a la unidad de memorización intermedia FIFO para controlar la lectura de la señal de cliente. La señal de cliente, que tiene Cn bytes, se pone en correspondencia con la zona de carga útil de OPUk en la trama OTN actual, mediante un algoritmo sigma-delta $\sum -\Delta$ definido en G.709 Livinglist SP13. A continuación, la OPUk se transmite a la red OTN.

60 En la forma de realización anterior, si x unidades OPUks están virtualmente concatenadas para adquirir una OPUk-Xv, en donde X no es menor que 2 y la trama OTN es particularmente una trama de periodo de OPUk-Xv (X unidades OPUks virtualmente concatenadas).

65 Los expertos en esta materia deben entender que la totalidad o parte de las etapas en el método de la forma de realización se pueden realizar por hardware pertinente según las instrucciones dadas por un programa informático y dicho programa se puede almacenar en un medio de soporte legible por ordenador. Cuando se ejecuta el programa,

5 se realizan las etapas siguientes. El margen del número de bytes Cn de la señal de cliente, de la señal de cliente adquirida, que se transporta en el periodo de trama de OTN, se memoriza y se adquiere la señal de cliente. El valor de Cn transportado en el periodo de trama de OTN se calcula en función del reloj de señal de cliente y del reloj del sistema. Se identifica si el valor Cn supera el margen operativo del Cn, o no, en la primera zona del campo Cbyte de la OPUk. En la trama OTN actual, si el valor Cn calculado supera el margen del Cn, el valor Cn calculado se rellena en la segunda zona del campo Cbyte de la OPUk. Si el valor Cn calculado está dentro del margen del Cn, el valor Cn relleno en la trama OTN anterior se rellena ahora en la segunda zona de la OPUk de la trama OTN actual. En la trama siguiente a la trama OTN actual, los bytes de señal de cliente Cn se mapean con la zona de carga útil de 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.

15 En las descripciones anteriores, las operaciones de procesamiento ejecutadas por el extremo transmisor de la señal de cliente, durante el proceso de transmitir la señal de cliente, han sido descritas con referencia a una pluralidad de formas de realización y las operaciones de procesamiento ejecutadas por el extremo receptor de la señal de cliente se describen, además, como sigue.

20 En primer lugar, según la regla de generación del campo Cbyte, adoptada por el extremo transmisor de señal de cliente, una regla de análisis sintáctico del campo Cbyte adoptada por el extremo receptor de señal de cliente se describe además (la estructura según se muestra en la Tabla 1 se establece como un ejemplo).

1) Bajo la situación normal, se detecta el CC=01 en la primera zona del campo Cbyte, lo que indica que el valor de Cn normal se rellena en la segunda zona del campo Cbyte y los valores de Cn normales se rellenan en las 22 últimas posiciones binarias del Cbyte.

25 Si se detecta que CC=10, lo que indica que se produce una nueva señal de cliente, el valor de Cn recibido se cambia en consecuencia, a no ser que el valor de Cn no esté dentro del margen normal.

30 2) Si se detecta que la mayor parte de los 11 bits I del Cbyte están invertidos, indica que el valor Cn de la trama siguiente se incrementa en '1'.

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

35 4) Si se detecta que todos los '0' o todos los '1' se rellenan en la primera zona y la segunda zona del campo Cbyte, ello representa una alarma de AIS.

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

45 En el estado NORM, el extremo receptor de la señal de cliente memoriza el valor Cn adquirido a través del análisis, que 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.

50 En el estado de LOCn, se memoriza el valor de Cn normal más recientemente recibido, con el fin de recuperar los datos de la señal de cliente en función del valor de Cn normal.

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

55 En una condición de salto 91, se detecta una alarma de AIS, es decir, se detecta que todos los '0' o todos los '1' se rellenan en la primera zona y la segunda zona del campo Cbyte.

60 En una condición de salto 92, 1) se adquiere un campo Cbyte anormal por intermedio del análisis sintáctico, por ejemplo, la primera zona CC=01, pero el valor de Cn relleno en la segunda zona es un valor de Cn anormal, es decir, el valor de Cn supera el margen 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 decremento del valor de Cn relleno en la segunda zona no es un valor unitario (en esta forma de realización, el valor unitario es '1') y si se adopta el modo de determinación continua de N tramas se tiene $8 \leq N \leq 10$.

65 En una condición de salto 93, se detecta una alarma de AIS.

En una condición de salto 94, 1) se detecta que CC=10, lo que indica que ocurre una nueva señal de cliente; 2) si se

detecta que CC=01, ello indica que la señal de cliente es normal y el valor de Cn rellenado en la segunda zona del campo Cbyte es un valor de Cn normal, es decir, el valor de Cn está dentro del margen entre el valor mínimo de Cn y el valor máximo de Cn de la señal de cliente detectada.

5 En una condición de salto 95, 1) se adquiere un campo Cbyte anormal mediante análisis, por ejemplo, la primera zona CC=01, pero el valor de Cn rellenado en la segunda zona es un valor de Cn anormal, es decir, el valor de Cn supera el margen 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 decremento del valor de Cn rellenado en la segunda zona no es un valor unitario y si se adopta el modo para la determinación continua de N tramas, se tiene $8 \leq N \leq 10$; 3) se detecta que CC=10 después de
10 detectar continuamente la pluralidad de tramas, lo que indica que se produce una nueva señal de cliente.

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

15 En una condición de salto 97, se detecta que CC=10 único, lo que indica se produce una nueva señal de cliente.

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

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

25 El extremo receptor de señal de cliente puede adoptar también el modo de filtrado de 3 tramas, lo que mejora la fiabilidad para el transporte del número de bytes de la señal de cliente. En particular, se ajusta solamente cuando los valores de Cn en las zonas del campo Cbyte se detectan que son coherentes en 3 tramas continuas; de no ser así, se omite cualquier cambio realizado al valor de Cn actual. Cuando una condición de salto determinada se satisface para el ajuste desde una máquina de estado determinada a otra máquina de estado, la nueva máquina de estado se puede ajustar, una vez más, después de que el Cn dure al menos 3 tramas. En una forma similar, el número de
30 tramas adoptado por el extremo receptor de señal de cliente para el filtrado no está limitado en la presente invención.

35 Sobre la base de la forma de realización del método para análisis del campo Cbyte por el extremo receptor de señal de cliente, la presente invención da a conocer un método para la recepción de una señal de cliente en la red OTN, que incluye las etapas siguientes.

40 En la etapa B1, la OPUK de la trama OTN actual se analiza para adquirir el campo Cbyte, se adquiere el identificador en la primera zona del campo Cbyte y se adquiere el número de bytes de señal de cliente rellenados en la segunda zona del campo Cbyte.

En la etapa B2, se ejecuta el proceso correspondiente en función de la condición de salto de la máquina de estado en el extremo receptor de señal de cliente.

45 En particular, si la primera zona CC=10, indica que el número de bytes de la señal de cliente soportados por la OPUK de la trama OTN actual supera el margen entre el valor mínimo de Cn y el valor máximo de Cn de la señal de cliente detectada o la primera zona CC=01 y el número de bytes de la señal de cliente Cn rellenados en la segunda zona está dentro del margen entre el valor mínimo de Cn y el valor máximo de la Cn de la señal de cliente detectada, se memoriza el número de bytes de la señal de cliente rellenados en la segunda zona.

50 Si los valores de la primera serie de las posiciones binarias (las posiciones binarias I) en la segunda zona se invierten en relación con la trama OTN anterior, el número de bytes de la señal de cliente rellenados en la segunda zona de la trama OTN anterior es objeto de memorización. Si se determina que el valor Cn rellenado en la segunda zona de la trama OTN siguiente se incrementa en un valor unitario (en esta forma de realización, el valor unitario es 1), en comparación con el valor de Cn rellenado en la segunda zona de la trama OTN anterior, el número de bytes
55 de la señal de cliente rellenados en la segunda zona de la trama se memoriza en la trama OTN siguiente.

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

65 Si la condición de salto de la máquina de estado de LOCn se satisface, en particular, si la primera zona CC=01, y el valor de Cn rellenado en la segunda zona es un valor de Cn anormal o si la primera zona CC=10 en el campo Cbyte de un número preestablecido de tramas OTN continuas o si se detecta que un incremento o decremento del valor de

Cn rellenado en la segunda zona no es un valor unitario, el número de bytes de la señal de cliente más recientemente memorizado, que no supera el margen de número de bytes, se adquiere y memoriza.

5 En la etapa B3, según el número de bytes de la señal de cliente memorizado, los datos de la zona útil de OPUK se reestablecen en la trama siguiente a la trama actual en función del algoritmo $\sigma\text{-}\Delta$, con el fin de adquirir un flujo de datos de señal de cliente del valor Cn memorizado en la trama anterior.

10 En la etapa B2 del método anterior, si la primera zona CC=10, lo que indica que el valor de Cn soportado por la OPUK de la trama OTN actual supera el margen establecido entre el valor mínimo de Cn y el valor máximo de Cn de la señal de cliente detectada, el valor Cn rellenado en la segunda zona se compara, además, con el margen del valor de Cn de la señal de cliente detectada, con el fin de verificar si el valor de Cn prácticamente rellenado en la segunda zona es compatible con la situación identificada por CC o no lo es y si la respuesta es afirmativa, el número de bytes de la señal de cliente, rellenos en la segunda zona, es objeto de memorización.

15 Los expertos en esta materia deben entender que la totalidad o una parte de las etapas en el método de la forma de realización se pueden realizar por hardware pertinente según las instrucciones dadas por un programa y el programa se puede memorizar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando se ejecuta el programa, se realizan las etapas siguientes. La OPUK de la trama de OTN actual se analiza para adquirir el campo Cbyte. El
 20 identificador en la primera zona del campo Cbyte es adquirido y el valor Cn del número de bytes de la señal de cliente, rellenado en la segunda zona del campo Cbyte, es adquirido. Si el identificador indica que el valor Cn supera el margen del Cn de la señal de cliente adquirida, transportada en un periodo de trama de OTN, el valor Cn rellenado en la segunda zona es objeto de memorización. En caso contrario se compara si el valor de Cn rellenado en la segunda zona supera el margen del valor de Cn de la señal de cliente adquirida, que se transporta en un periodo de trama OTN o no y si la respuesta es negativa, el valor de Cn rellenado en la segunda zona es objeto de
 25 memorización. En función del número de bytes de la señal de cliente memorizados, los datos de la zona de carga útil de OPUK de la trama OTN siguiente se reestablece para adquirir el flujo de datos de la señal de cliente. El medio de memorización puede ser una memoria de lectura solamente, un disco magnético o un disco óptico.

30 Una estructura de un aparato para transmitir una señal de cliente en una red OTN, según una forma de realización de la presente invención, se describe a continuación en detalle.

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

35 La unidad de señal de cliente 71 está adaptada para adquirir una señal de cliente y para escribir la señal de cliente en la unidad de memorización intermedia FIFO según una tasa de reloj de la señal de cliente.

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

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

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

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

La unidad generadora de Cn del número de bytes de la señal de cliente 74 comprende, además, un primer módulo de cálculo 101, un módulo de datos 104, un módulo de relleno de la primera zona 102, un módulo de relleno de la segunda zona 103 y un módulo de control de la lectura 105. El principio de funcionamiento de cada módulo se describe en detalle a continuación.

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

60 El módulo de datos 104 está adaptado para adquirir y memorizar un margen de valores Cn de la señal de cliente adquirida, que se transporta en un solo periodo de trama OTN.

65 El módulo de relleno de la primera zona 102 está adaptado para determinar si el valor Cn calculado supera el margen del Cn de la señal de cliente adquirida, que se transporta en un solo periodo de trama de OTN, memorizado por el módulo de datos o no, e identificar un resultado de la determinación en una primera zona del campo Cbyte.

- 5 El módulo de relleno de la segunda zona 103 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 supera el margen de valor de Cn, el módulo de relleno de la segunda zona 103 rellena Cn en la segunda zona de la trama de OTN actual. Si el módulo de relleno de la primera zona determina que el valor de Cn calculado queda dentro del margen del Cn, el módulo de relleno de la segunda zona 103 rellena el número de bytes de la señal de cliente que fue rellenado en la trama OTN anterior en la segunda zona de la trama OTN actual.
- 10 El módulo de control de lectura 105 está adaptado para generar una señal de control de lectura en función del Cn rellenado por el módulo de relleno de la segunda zona y para transmitir la señal de control de lectura a la unidad de memorización intermedia FIFO.
- La unidad generadora de Cn 74 comprende, además, un módulo de supervisión 106.
- 15 El módulo de supervisión 106 está adaptado para adquirir una señal de indicación de primer umbral o una señal de indicación de segundo umbral de la unidad de memorización intermedia FIFO y para notificar al módulo de relleno de la segunda zona.
- 20 Además, el módulo de relleno de la segunda zona 103 rellena la segunda zona en los modos operativos siguientes.
- Si el módulo de supervisión recibe la señal de indicación del primer umbral, los valores de la primera serie de posiciones binarias, en la segunda zona del campo Cbyte, son invertidos en la trama OTN actual y el Cn rellenado antes de que los valores de las posiciones binarias en la segunda zona sean invertidos, se incrementa en un valor unitario.
- 25 Si el módulo de supervisión recibe la señal de indicación del segundo umbral, los valores de la segunda serie de posiciones binarias, en la segunda zona del campo de Cbyte, se invierten en la trama OTN actual y el Cn, rellenado antes de que los valores de las posiciones binarias en la segunda zona sean invertidos, se disminuye en un valor unitario.
- 30 La unidad de memorización intermedia FIFO está adaptada, además, para transmitir la señal de indicación del primer umbral a la unidad de supervisión, si los datos de la señal de cliente, con memorización intermedia, no están a un nivel más bajo que un valor de umbral superior de la unidad de memorización intermedia FIFO, y para transmitir la señal de indicación del segundo umbral al módulo de supervisión, si los datos de señal de cliente, con memorización intermedia, no están a un nivel más alto que un valor de umbral inferior de la unidad de memorización intermedia FIFO.
- 35 Si se produce una alarma anormal para la señal de cliente adquirida, el módulo de relleno de la primera zona y el módulo de relleno de la segunda zona proceden a rellenar todos los '1' o todos los '0' en la primera zona y la segunda zona del campo Cbyte de la OPUK.
- 40 Una estructura de un aparato para recibir una señal de cliente en una red OTN, según la presente invención, se describe en detalle a continuación. El aparato incluye una unidad de recepción 111, una primera unidad de análisis sintáctico 112, una segunda unidad de análisis sintáctico 113, una primera unidad de determinación 114, una segunda unidad de determinación 115, una unidad de memorización 116 y una unidad de recuperación de señal de cliente 117. El principio de funcionamiento del aparato, para recibir la señal de cliente, se describe en detalle.
- 45 La unidad de recepción 111 está adaptada para adquirir una OPUK desde la red OTN.
- 50 La primera unidad de análisis sintáctico 112 está adaptada para analizar la OPUK para adquirir un identificador en una primera zona de un campo Cbyte de la OPUK de la trama OTN actual.
- La segunda unidad de análisis sintáctico 113 está adaptada para analizar la OPUK para adquirir un número de bytes de señal de cliente Cn rellenado en una segunda zona del campo Cbyte de la OPUK de la trama OTN actual.
- 55 La primera unidad de determinación 114 está adaptada para iniciar el funcionamiento de la unidad de memorización para guardar el número de bytes de la señal de cliente adquiridos mediante análisis sintáctico por la segunda unidad de análisis sintáctico, si el identificador indica que el número de bytes de la señal de cliente de la trama OTN actual supera un valor comprendido entre un valor mínimo de Cn y un valor máximo de Cn de la señal de cliente detectada; de no ser así, está adaptada para comparar si el valor de Cn adquirido mediante análisis por la segunda unidad de análisis sintáctico supera el margen de valores de Cn (incluyendo el valor máximo de Cn y el valor mínimo de Cn) de la señal de cliente adquirida, transportada en un solo periodo de trama de OTN o no, y si la respuesta es afirmativa, inicia el funcionamiento de la unidad de memorización para guardar el Cn adquirido a través del análisis por la segunda unidad de análisis sintáctico.
- 60
- 65 La primera unidad de determinación 114 inicia la activación de la unidad de memorización para guardar el número

de bytes de la señal de cliente almacenados por la trama OTN anterior, si se determina que el identificador indica que el valor Cn de la trama OTN actual no supera el margen de Cn y el Cn rellenado en la segunda zona supera dicho margen de Cn.

5 Si el identificador indica que el valor Cn supera el margen de Cn en un número preestablecido de tramas OTN continuas, la primera unidad de determinación 114 activa la unidad de memorización para guardar el Cn, más recientemente adquirido, a través del análisis por la segunda unidad de análisis sintáctico, que no excede el margen del Cn.

10 La primera unidad de determinación 114 ejecuta un proceso de alarma, si la primera unidad de análisis y la segunda unidad de análisis sintáctico analizan y adquieren que todos los '0' o todos los '1' sean rellenados en la primera zona y la segunda zona del campo Cbyte.

15 La segunda unidad de determinación 115 está adaptada para activar la unidad de memorización para guardar el Cn rellenado en la segunda zona de la trama OTN anterior, si se determina que los valores de la primera serie de posiciones binarias, en la segunda zona, son invertidos 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 memorización para guardar el Cn rellenado en la segunda zona de la trama en la trama OTN siguiente, si se determina que el Cn rellenado en la segunda zona de la trama OTN siguiente se incrementa en un valor unitario cuando se compara con el Cn rellenado en la segunda zona de la trama OTN anterior.

20 La segunda zona de determinación 115 está adaptada para activar la unidad de memorización para guardar el Cn rellenado en la segunda zona de la trama OTN anterior, si se determina que los valores de la segunda serie de posiciones binarias, en la segunda zona, son invertidos 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 memorización para guardar el Cn rellenado en la segunda zona de la trama en la trama OTN siguiente, si se determina que el Cn rellenado en la segunda zona de la trama OTN siguiente se disminuye en un valor unitario cuando se compara con el Cn rellenado en la segunda zona de la trama OTN anterior.

25 La segunda unidad de determinación 115 activa la unidad de memorización para guardar el Cn memorizado en la trama OTN anterior, si se determina que un incremento o decremento del Cn rellenado en la segunda zona de la trama OTN siguiente no es un solo valor unitario cuando se compara con el Cn rellenado en la segunda zona de la trama OTN anterior.

30 La unidad de memorización 116 está adaptada para mantener el número de bytes de la señal de cliente Cn y, en particular, la unidad de memorización 116 almacena el Cn adquirido mediante análisis por la segunda unidad de análisis sintáctico, al activarse por la primera unidad de determinación.

35 La unidad de recuperación de señal de cliente 117 está adaptada para reestablecer datos de una zona de carga útil de OPUK, de la trama OTN siguiente, en función del número de bytes de la señal de cliente mantenidos en la unidad de memorización, con el fin de adquirir un flujo de datos de la señal de cliente.

40 Será evidente para los expertos en esta materia que se pueden realizar diversas modificaciones y variaciones a la estructura de la presente invención sin desviarse, por ello, del alcance de protección de la invención. Considerando lo anterior, está previsto que la presente invención tenga cobertura de las modificaciones y variaciones de esta invención, a condición de que estén dentro del alcance de protección establecido por las siguientes reivindicaciones y sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

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

5 la adquisición de una señal de cliente de entrada, la recuperación de un reloj de señal de cliente a partir de la señal de cliente y la memorización de la señal de cliente de entrada en una unidad de memorización intermedia FIFO;

la adquisición de un número de bytes de señal de cliente Cn en función del reloj de señal de cliente y de un reloj del sistema, caracterizado por:

10 la determinación de si el número de bytes de la señal de cliente Cn es, o no, un valor Cn normal, es decir, si se presenta un tipo de señal de cliente nueva o no, y

15 la identificación de si una señal de cliente se produce, o no, en una posición binaria CC de una primera zona de un Cbyte relleno de una OPUk, en donde el campo Cbyte está dividido en la primera zona y en una segunda zona,

si se detecta una nueva señal de cliente, el relleno del valor de número de bytes de la señal de cliente Cn adquirida en la segunda zona,

20 si se genera una demanda de aumento de un número de bytes soportado por una trama OTN, la inversión de los valores de una primera serie de posiciones binarias en la segunda zona de la trama OTN actual y el aumento del número de bytes de la señal de cliente relleno antes de que los valores en las posiciones binarias, en la segunda zona, sean invertidos por 1 en la trama OTN siguiente,

25 si se genera una demanda de disminución del número de bytes soportado por una trama OTN, la inversión de los valores de una segunda serie de posiciones binarias en la segunda zona de la trama OTN actual y la disminución del número de bytes de la señal de cliente relleno antes de que los valores de las posiciones binarias, en la segunda zona, se inviertan por 1 en la trama OTN siguiente:

30 en función del número de bytes de la señal de cliente Cn relleno en la segunda zona del campo Cbyte en la trama OTN precedente, la generación, a la salida, de una señal de control de lectura hacia la unidad de memorización intermedia FIFO para controlar la lectura de la señal de cliente.

35 2. El método según la reivindicación 1, en donde la recuperación de un reloj de señal de cliente a partir de la señal de cliente comprende, además:

la recuperación del reloj de señal de cliente a partir de la señal de cliente adoptando un bucle enclavado en fase.

40 3. El método según la reivindicación 1, que comprende, además:

si se adquiere una indicación que representa que la señal de cliente es anormal, el relleno de todos los '1' o todos los '0' en el campo Cbyte de la OPUk.

45 4. El método según la reivindicación 1 que comprende, además:

la puesta en correspondencia de la señal de cliente que tiene Cn bytes con la zona de carga útil de OPUk en la trama OTN actual mediante un algoritmo sigma-delta $\sum - \Delta$ definido en G.709 Livinglist SP13 y

la transmisión de la OPUk a la red OTN.

50 5. Un método para transmitir una señal de cliente en una red de transporte óptico, OTN, que comprende:

la memorización de un margen operativo de un número de bytes de señal de cliente Cn de una señal de cliente adquirida, que se transporta, en un solo periodo de trama de OTN;

55 la adquisición de la señal de cliente y el cálculo del Cn transportado en el periodo de trama OTN en función de un reloj de señal de cliente y de un reloj del sistema, caracterizado por:

60 la identificación de si el Cn supera, o no, el margen operativo en una primera zona de un campo Cbyte de una unidad k de carga útil de canal óptico, OPUk, en donde el campo Cbyte está dividido en la primera zona y en una segunda zona;

65 en una trama OTN actual, si el Cn calculado supera dicho margen operativo, es decir, se cambia el tipo de señal de cliente, el relleno en una segunda zona del campo Cbyte de la OPUk con el Cn calculado y si el Cn calculado se encuentra dentro del margen operativo, es decir, el tipo de señal de cliente permanece invariable, el relleno en la

segunda zona del campo Cbyte de la OPUk de la trama OTN actual con el mismo Cn que el relleno en la trama OTN precedente y

5 en la trama siguiente a la trama OTN actual, la puesta en correspondencia de bytes de la señal de cliente Cn con una zona de carga útil OPUk y la transmisión de una unidad de transporte de canal óptico, OTU, que comprende la OPUk a la red OTN.

6. Un soporte de memorización legible por ordenador, que comprende un programa, adaptado para ejecutar las etapas de:

10 la memorización de un margen operativo de un número de bytes de señal de cliente Cn de una señal de cliente adquirida, que se transporta en un solo periodo de trama OTN;

15 la adquisición de la señal de cliente y el cálculo del Cn transportado en el periodo de trama OTN en función de un reloj de señal de cliente y de un reloj del sistema, caracterizado por:

la identificación de si el Cn supera, o no, el margen operativo en una primera zona de un campo Cbyte de una unidad k de carga útil de canal óptico, OPU;

20 en una trama OTN actual, si el Cn calculado supera el valor del margen operativo, es decir, se cambia el tipo de señal de cliente, el relleno en una segunda zona del campo Cbyte de la OPUk con el Cn calculado y si el Cn calculado se encuentra dentro del margen operativo, es decir, el tipo de señal de cliente permanece invariable, el relleno en la segunda zona del campo Cbyte de la OPUk de la trama OTN actual con el mismo Cn que el relleno en la trama OTN precedente y

25 en la trama siguiente a la trama OTN actual, la puesta en correspondencia de bytes de la señal de cliente Cn con una zona de carga útil de OPUk y la transmisión de una unidad de transporte de canal óptico OTU, que comprende la OPUk a la red OTN.

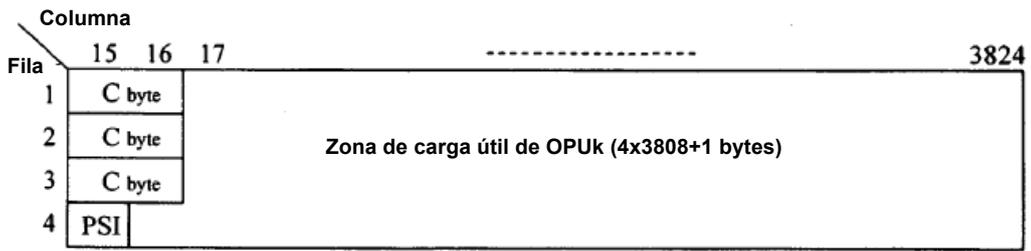


Figura 1

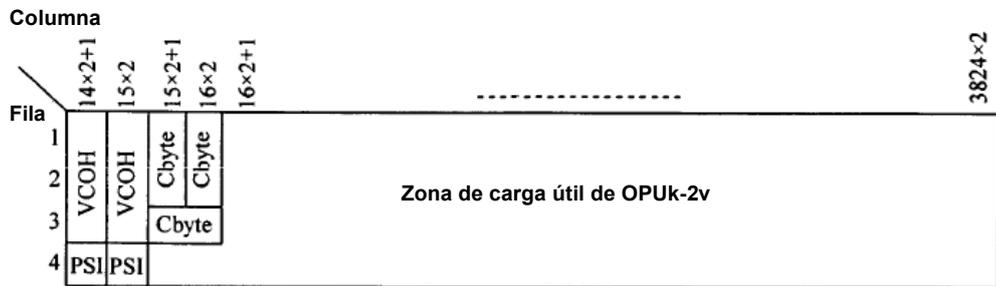


Figura 2

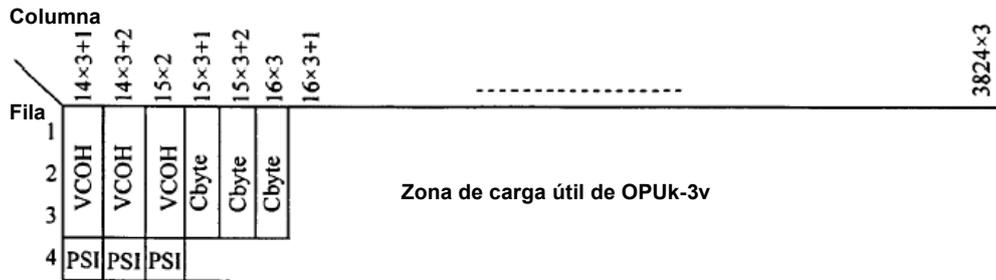


Figura 3

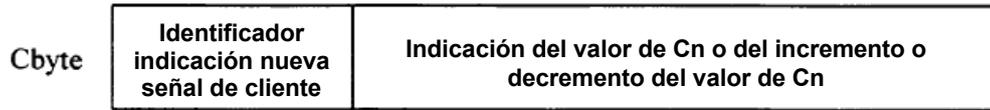


Figura 4

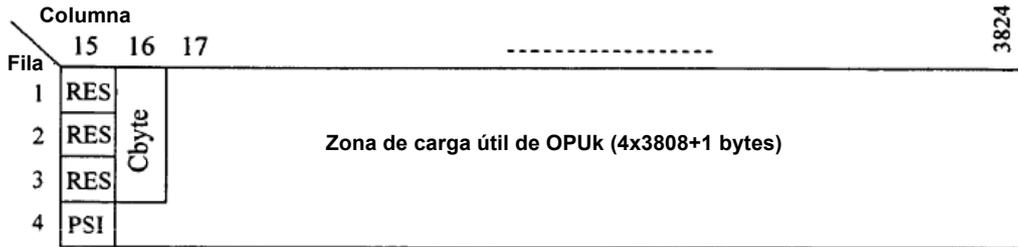


Figura 5

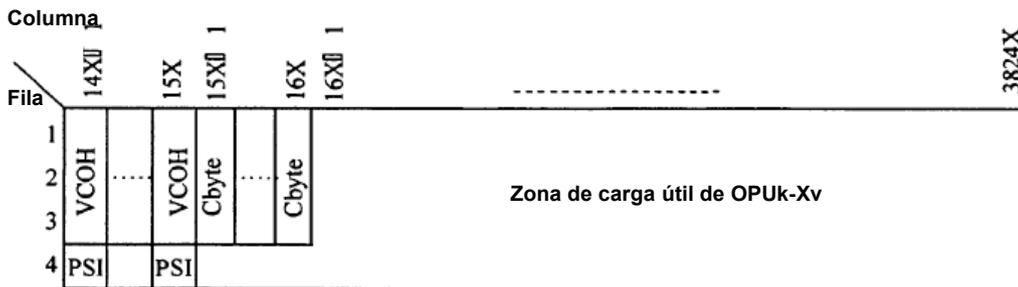


Figura 6

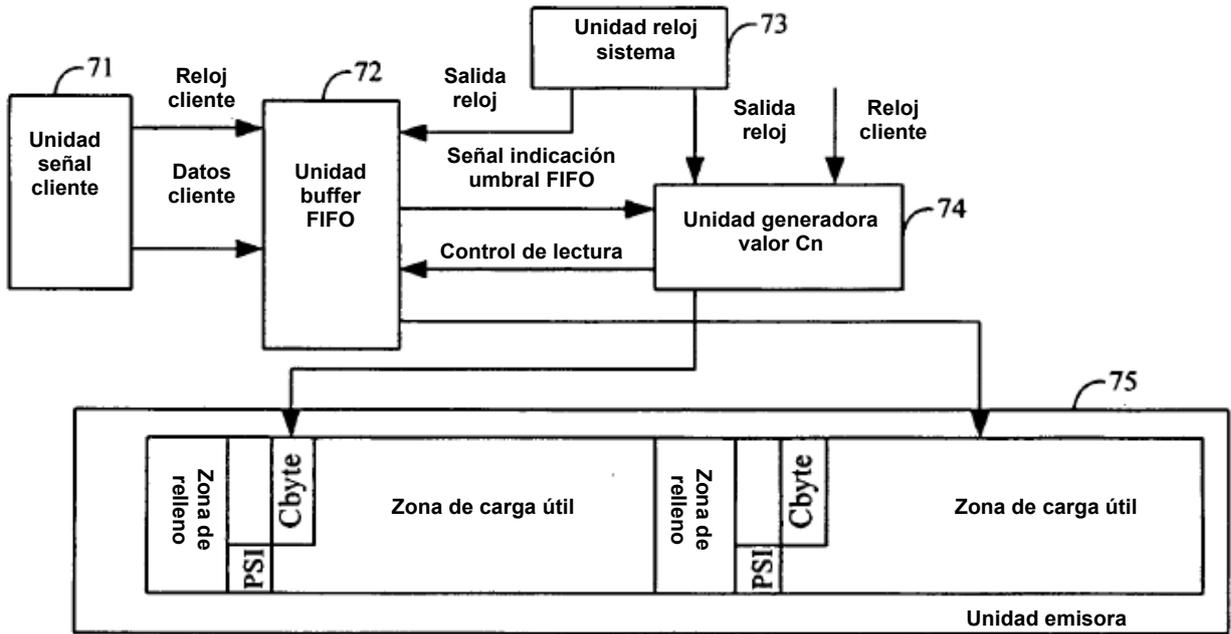


Figura 7

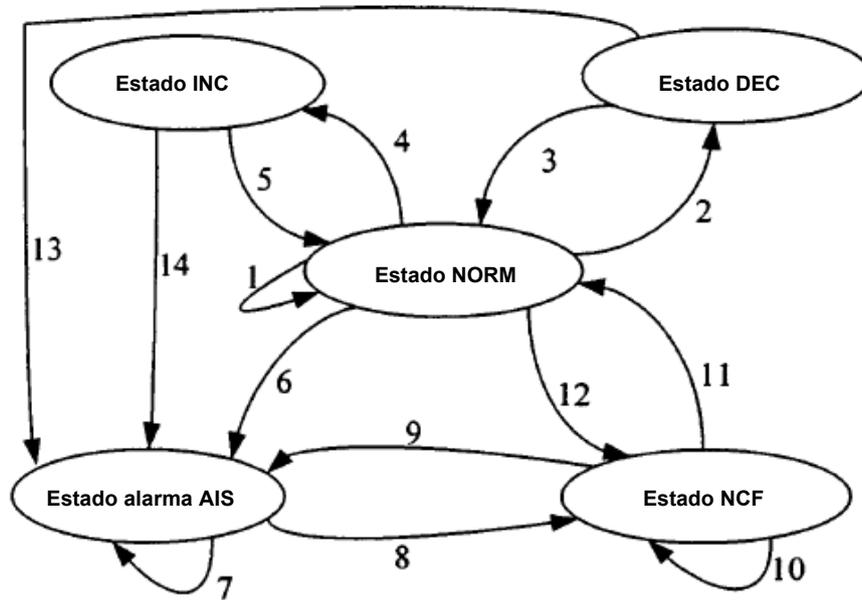


Figura 8

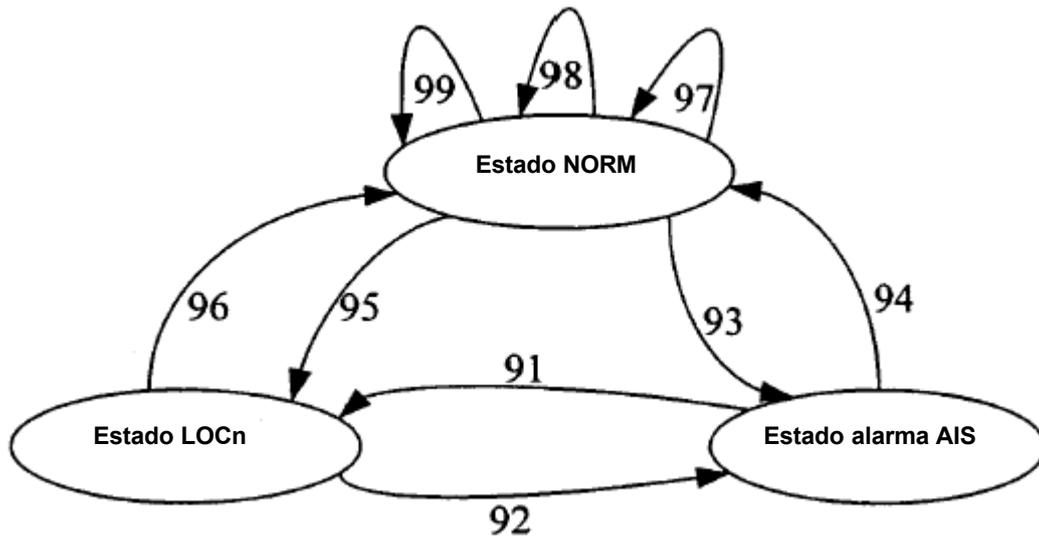


Figura 9

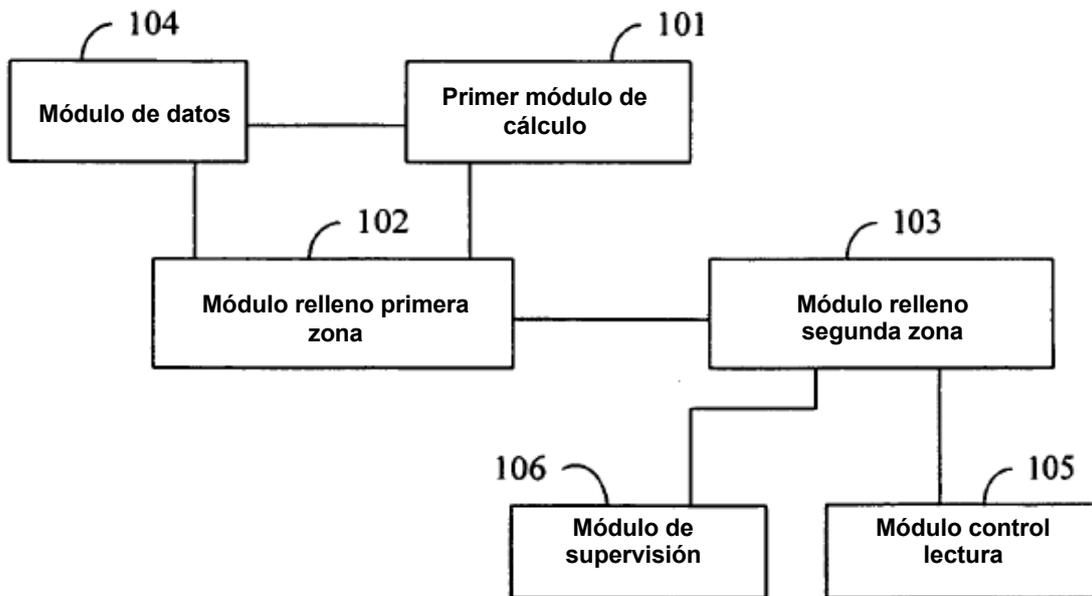


Figura 10

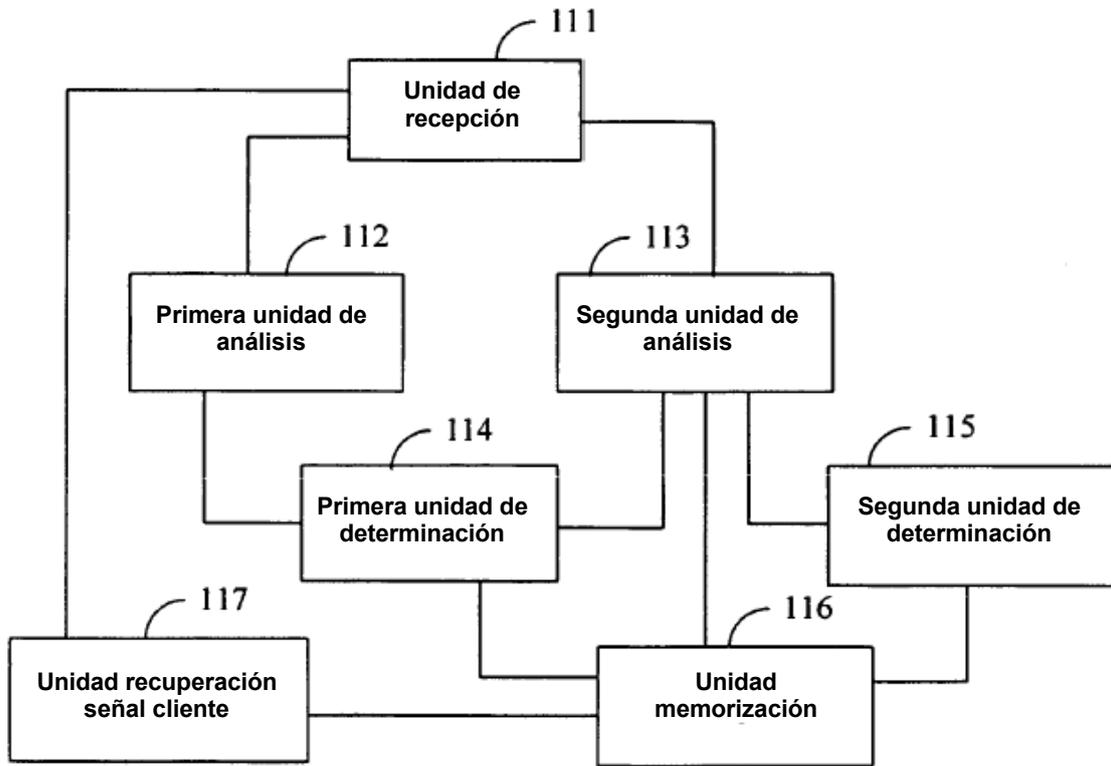


Figura 11