(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 588 399**

(51) Int. Cl.:

H04Q 11/00 (2006.01)
H04B 10/079 (2013.01)
H04B 10/272 (2013.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2011** **E 14198138 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.05.2016** **EP 2852179**

(54) Título: **Monitorización de consumo de energía en redes de acceso ópticas**

(30) Prioridad:

19.08.2010 US 859642

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.11.2016

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

SKUBIC, BJORN y
HOOD, DAVID

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 588 399 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

Monitorización de consumo de energía en redes de acceso ópticas

Campo técnico

Esta invención se refiere a redes de acceso ópticas, tal como redes ópticas pasivas (PON).

Antecedentes

La creciente demanda respecto a una gama de servicios de comunicaciones de alto ancho de banda está conduciendo a la necesidad de redes de acceso de alta capacidad para proporcionar esos servicios. Las redes de acceso ópticas pueden proporcionar los altos anchos de banda que ahora se requieren. Una red de acceso óptica posee típicamente un aparato denominado Terminal de Línea Óptica (OLT) en un nodo de Oficina Central. El OLT da servicio a una pluralidad de terminales ópticos, denominados Unidades de Red Ópticas (ONU). Las ONUs pueden ser desplegadas en las instalaciones del abonado, en armarios kerside, o en otras posiciones remotas, dependiendo de la arquitectura de la red de acceso. Una Red Óptica Pasiva es un tipo de red de acceso óptica con requisitos de potencia limitados, o no, en la trayectoria óptica entre la Oficina Central y las ONUs. Existen varios tipos de red óptica pasiva que difieren en cuanto a la forma en la que son compartidos los recursos de la fibra entre las ONUs. En una Red Óptica Pasiva de Multiplexión por División de Tiempo (TDM-PON), los recursos de la fibra son compartidos sobre la base de tiempo dividido entre ONUs. El tráfico en dirección de corriente descendente es difundido por el OLT a todas las ONUs, donde cada ONU extrae el tráfico destinado a la misma. A cada ONU atendida por el OLT se asignan ranuras de tiempo en las que puede transmitir datos al OLT. Las ranuras de tiempo pueden ocurrir a intervalos irregulares y pueden tener duraciones irregulares. En una Red Óptica Pasiva Multiplexada por División de Longitud de Onda (WDM-PON), se asigna a cada ONU un canal de longitud de onda diferente, denominado lambda, para la comunicación entre el OLT y esa ONU.

El documento EP1793514 describe un terminador de línea óptica de una red óptica de datos que mide las intensidades de una o más señales recibidas desde las ONUs, y genera un mensaje que contiene una indicación en respuesta a la intensidad de señal medida. El terminador trasmite el mensaje a las ONUs. Las ONUs generan paquetes que tienen preámbulos de una longitud en respuesta a la indicación contenida en el mensaje.

El documento EP2031894 describe un método para transmitir datos de prueba en donde una ONU determina si su situación actual satisface una condición preestablecida, y si es así, la ONU transmite sus datos de prueba a un OLT. La determinación puede incluir si la corriente de polarización de la ONU está fuera de un rango preestablecido, si la temperatura del transceptor de la ONU está fuera de un rango preestablecido, si la tensión de trabajo de la ONU está fuera de un rango preestablecido, etc.

Se ha propuesto técnicas para reducir el consumo de energía de redes de acceso ópticas. En TDM-PONs, la energía es consumida por los transceptores para mantener activa la conexión entre la ONU y el OLT, con independencia del tráfico. Se ha propuesto apagar el transceptor de ONU en una TDM-PON en los intervalos sin tráfico, para ahorrar energía.

Una propuesta consiste en que una unidad de red óptica (ONU) pueda entrar autónomamente en un estado de baja potencia durante los momentos de inactividad. Esto significa que una ONU decide por sí misma, sin control externo, cuándo ha de entrar en estado de más baja potencia. Otra propuesta consiste en que una entidad externa, tal como un OLT, autoriza a una ONU a entrar en un estado de potencia más baja a discreción de la ONU. Cuando la ONU decide reposar, lo indica al OLT de modo que el OLT pueda distinguir entre si la ONU está en modo asleep o si la ONU está en fallo. Se ha realizado una propuesta para ITU-T G.987.3 para dos modos de potencia reducida no autónomos, mencionados como modos sleep cíclico y doze. Sleep cíclico se refiere al apagado controlado del transceptor de ONU durante cortos intervalos de tiempo. El modo doze se refiere al apagado controlado del transmisor de ONU mientras se mantiene el receptor de ONU encendido y activo.

La gestión de energía presenta típicamente un compromiso entre ahorros de energía de ONU y calidad de servicio (o QoS), y es algo que se gestiona de una manera estrecha entre el OLT y las ONUs.

Sumario

Un primer aspecto de la presente invención proporciona un método de monitorización de una red de acceso óptica que comprende una unidad de red óptica conectada a un nodo. El método comprende, en una unidad de monitorización remota de la unidad de red óptica, determinar información indicativa de consumo de energía en la unidad de red óptica durante un período de tiempo.

Una ventaja de las realizaciones de la invención consiste en que un operador de la red está capacitado para acceder a información sobre los efectos de las operaciones de gestión de la energía, tal como la energía consumida y la energía ahorrada. La información es útil para comprender el efecto de las operaciones de gestión de la energía y permite al operador comprender en qué medida puede ser peor sacrificar la capacidad o la Calidad de Servicio (QoS). Esto es particularmente útil para estados de gestión de potencia tal como sleep cíclico y modo doze, los

cuales tienen un conjunto de parámetros de control.

La unidad de red óptica puede comprender una pluralidad de estados operativos diferentes, que difieren en cuanto a sus necesidades de potencia. Por ejemplo, puede existir al menos un estado que tenga una demanda de potencia más baja en comparación con un estado operativo normal. Ventajosamente, la etapa de determinar información indicativa del consumo de energía en la unidad de red óptica comprende determinar un consumo de tiempo en al menos uno de los estados operativos.

El término “estado” puede referirse a un modo operativo de una unidad de red óptica (ONU), tal como un modo de gestión de energía mencionado en ITU-T G.987.3, o a un estado específico de una máquina de estado que describa el comportamiento de una ONU.

En una realización, el método comprende mantener una máquina de estado en el nodo que comprende una pluralidad de estados diferentes, representando cada estado un estado operativo de la unidad de red óptica conectada al nodo. El método comprende además determinar la información indicativa del consumo de energía en la unidad de red óptica a partir de la máquina de estado tal como monitorizando el tiempo consumido en al menos uno de los estados de la máquina de estado.

En otra realización, el método comprende recibir, desde una unidad de red óptica, información indicativa del consumo de energía en la red óptica, en donde la información ha sido calculada en una unidad de red óptica. La información puede ser transportada por mensajes (de nivel bajo) enviados a la unidad 30 de control de potencia, o mediante mensajes (de nivel alto) enviados a través de una interfaz de gestión de la PON.

Un aspecto adicional de la invención proporciona un método de operación de una unidad de red óptica en una red de acceso óptica. El método comprende determinar información indicativa de consumo de energía en la unidad de red óptica durante un período de tiempo. El método comprende además enviar la información a un nodo de la red de acceso óptica.

Una ventaja de determinar información localmente en la unidad de red óptica consiste en que la unidad de red óptica está capacitada para determinar de manera más precisa información indicativa del consumo de energía, tal como monitorizando el tiempo consumido en diferentes estados operativos, o monitorizando el consumo real de energía.

Ventajosamente, la información se utiliza para modificar un parámetro de control del módulo de gestión de potencia. La modificación, o “retorno”, puede ser llevada a cabo automáticamente, usando la información recopilada.

Otro aspecto de la invención proporciona una unidad de monitorización para una red de acceso óptica que comprende una unidad de red óptica conectada a un nodo. La unidad de monitorización está dispuesta para determinar información indicativa de consumo de energía en la unidad de red óptica durante un periodo de tiempo.

La unidad de monitorización puede estar situada en una CO. Puede existir una unidad de monitorización separada por cada OLT, o por grupo de OLTs. Alternativamente, la unidad de monitorización puede estar situada remotamente de la CO, tal como en una entidad de gestión.

Otro aspecto de la invención proporciona una unidad de red óptica para una red de acceso óptica. La unidad de red óptica comprende una unidad de monitorización que está dispuesta para determiner información indicative del consumo de energía en la unidad de red óptica durante un período de tiempo y enviar la información a un nodo de la red de acceso óptica.

La red de acceso óptica puede ser una TDM-PON, WDM-PON, red de acceso óptica de punto a punto, o cualquier otra clase de red de acceso óptica.

La funcionalidad descrita en la presente memoria puede ser implementada en hardware, software ejecutado por un aparato de procesamiento, o mediante una combinación de hardware y software. El aparato de procesamiento puede comprender un ordenador, un procesador, una máquina de estado, una matriz lógica, o cualquier otro aparato de procesamiento adecuado. El aparato de procesamiento puede ser un procesador de propósito general que ejecute software para provocar que el procesador de propósito general lleve a cabo las tareas requeridas, o el aparato de procesamiento puede estar dedicado a realizar las funciones requeridas. Otro aspecto de la invención proporciona instrucciones legibles con máquina (software) que, cuando se ejecuta mediante un procesador, lleva a cabo cualquiera de los métodos descritos. Las instrucciones legibles con máquina pueden estar almacenadas en un dispositivo de memoria electrónica, disco duro, disco óptico o cualquier otro medio de almacenamiento legible con máquina. Las instrucciones legibles con máquina pueden ser descargadas en el medio de almacenamiento a través de una conexión de red, o haber sido instaladas previamente en el momento de la fabricación.

Breve descripción de los dibujos

Se van a describir realizaciones de la invención, a título de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La Figura 1 muestra una red de acceso óptica según una primera realización de la invención;

La Figura 2 muestra un diagrama de estado de estados de gestión de potencia en una ONU de la Figura 1;

La Figura 3 muestra un diagrama de estado de estados de gestión de potencia en un OLT de la Figura 1;

La Figura 4 muestra una unidad de monitorización usada en la Oficina Central de la Figura 1;

La Figura 5 muestra una red de acceso óptica según una segunda realización de la invención;

La Figura 6 muestra una unidad de monitorización usada en una ONU de la Figura 1;

La Figura 7 muestra un método llevado a cabo por una unidad de monitorización en la Oficina Central;

La Figura 8 muestra un método alternativo llevado a cabo por una unidad de monitorización en la Oficina Central;

La Figura 9 muestra un método llevado a cabo por una unidad de monitorización en una ONU.

Descripción detallada

La Figura 1 muestra una primera realización de una red de acceso óptica 5 según la presente invención. La red comprende un Unidad 20 de Terminal de Línea Óptica (OLT), ubicada típicamente en una oficina central (CO) 40, y una pluralidad de Unidades de Red Óptica (ONU) 10 remotas. El OLT 20 tiene un transceptor 21 para comunicar ópticamente con un grupo de ONUs 10. La topología de la red de acceso puede comprender una topología de árbol y rama con una fibra tronco 12, divisor 13 y fibras gota 14 entre el divisor 13 y las ONUs 10. Una ONU tiene un transceptor 11. En la descripción que sigue, el término “Red Óptica Pasiva” (PON) se usará para describir un OLT 20 conectado a un grupo de ONUs 10. Pueden existir múltiples PONs, comprendiendo cada PON un OLT 20 en la CO 40 que da servicio a un grupo de ONUs 10.

En una Red Óptica Pasiva de Multiplexión por División de Tiempo (TDM-PON), los recursos de la fibra 12 son compartidos sobre la base de tiempo dividido entre las ONUs 10. El tráfico en la dirección de corriente descendente es emitido por el OLT hasta todas las ONUs, donde cada ONU extrae el tráfico destinado a sí misma. Se asigna a cada ONU atendida por el OLT ranuras de tiempo en las que puede transmitir datos al OLT. Las ranuras de tiempo pueden ocurrir a intervalos irregulares y pueden tener duraciones regulares o irregulares. Típicamente, una función de programación asignará ranuras de tiempo a las ONUs en base a diversos criterios. En una Red Óptica Pasiva Multiplexada por División de Longitud de Onda (WDM-PON), se asigna a cada ONU 10 un canal de longitud de onda diferente, denominado lambda, para la comunicación entre el OLT 20 y esa ONU 10.

La funcionalidad de gestión de potencia se proporciona en el interior de la PON. Una unidad 30 de control de gestión de potencia ha sido prevista en el OLT 20 y una unidad 15 de control de gestión de potencia ha sido prevista en cada ONU 10. Las unidades 15, 30 de control de gestión de potencia implementan funciones de gestión de potencia, tal como las propuestas en ITU-T G.987.3. Las funciones de gestión de potencia permiten que las ONUs 10, o partes de las ONUs (tal como los transceptores 11), reduzcan su consumo de energía en determinados momentos. Cada ONU 10 opera en uno de un conjunto de modos posibles de gestión de potencia en cualquier momento dado. En G.987.3, los modos posibles son: Potencia Total, Doze (Potencia Baja); Sleep Cíclico (Potencia Baja). Los modos difieren en sus necesidades de potencia. Cada modo de gestión de potencia puede comprender uno o más estados de gestión de potencia. Una forma de controlar la gestión de potencia consiste en proporcionar una lógica, tal como una máquina de estado 16, en cada ONU. Una ONU puede moverse entre los posibles estados en respuesta a estímulos, tal como la señalización recibida desde la unidad 30 de control de potencia en el OLT 20, o a condiciones locales en la ONU 10, tal como la expiración de un temporizador o una actividad de tráfico de abonado. De forma similar, se proporciona una máquina de estado 31 u otra lógica de control en el OLT 20 por cada una de las ONUs 10 remotas en la PON. La Figura 2 muestra un diagrama de estado de gestión de potencia para una máquina de estado 16 en una ONU 10 de una XG-PON. La máquina de estado 31 posee un conjunto de estados, y de transiciones entre estados, en respuesta a eventos o señalización enviados a la ONU 10 o recibidos desde la ONU 10, o a otros eventos tales como expiración de un temporizador o actividad de tráfico. La Figura 3 muestra un diagrama de estado de gestión de potencia para la máquina de estado 31 mantenida en un OLT para una ONU. Los dos diagramas de estado mostrados en las Figuras 2 y 3 operan en alineamiento de estado parcial.

La tabla que sigue proporciona un resumen de los estados de gestión de potencia en una ONU en G.987.3:

Estado	**Semántica**
ActiveHeld	La ONU está completamente activa, enviando tráfico de corriente descendente y respondiendo a todas las asignaciones de ancho de banda. No ocurren transiciones de estado de gestión de potencia.
ActiveFree	La ONU está completamente activa, enviando tráfico de corriente descendente y respondiendo a todas las asignaciones de ancho de banda. Las peticiones de transición de estado de gestión de potencia son una decisión local.

Estado	Semántica
Asleep	La ONU apaga tanto su receptor como su transmisor, conservando la capacidad de despertarse con estímulos locales.
Escucha	El receptor de la ONU está encendido; el transmisor está apagado. La ONU escucha la señal de corriente descendente y envía tráfico de corriente descendente, mientras conserva la capacidad de reactivar el transmisor con estímulos locales o con la recepción de SA (apagado) desde el OLT.
DozeAware SleepAware	Tanto el receptor como el transmisor de la ONU permanecen encendidos. Este estado persiste durante una duración específica Iaware si no se trunca con la llegada de un estímulo local LWI o con la recepción de SA (APAGADO) desde el OLT. La ONU envía tráfico de corriente descendente y responde a todas las asignaciones otorgadas.

La tabla que sigue proporciona un resumen de los estados de gestión de potencia en un OLT en G.987.3:

Estado	Semántica
AwakeForced	El OLT proporciona asignaciones normales a la ONU i, envía tráfico de corriente descendente, y espera una respuesta por cada otorgamiento de ancho de banda. El OLT declara el defecto LOS_i sobre la detección de N asignaciones faltantes (conteo de absorción de LOS_i). En la transición a este estado, el OLT envía un mensaje de Sleep_Allow (APAGADO) PLOAM, revocando de ese modo su permiso para que la ONU entre en un estado de potencia baja.
AwakeFree	El OLT proporciona asignaciones normales a la ONU, envía tráfico de corriente descendente, espera una respuesta a cada otorgamiento de ancho de banda, y está listo para aceptar una indicación de transición de gestión de potencia desde la ONU.
LowerPowerDoze LowerPowerSleep	El OLT mantiene la ONU en un estado de potencia baja. El OLT proporciona asignaciones normales a la ONU pero espera solamente respuestas intermitentes desde la ONU a concesiones de ancho de banda, según se define mediante varios temporizadores.
AlertedDoze AlertedSleep	El OLT intenta despertar la ONU

Una unidad 35 de monitorización de potencia en el OLT 20 recoge información indicativa del consumo de energía de una ONU 10, o de un grupo de ONUs. La información recopilada puede comprender valores que representen el tiempo de ONU consumido en los distintos estados de potencia reducida durante algún período específico de tiempo. La información podría comprender también valores que representen algún aspecto del consumo de energía de la ONU durante un período de tiempo específico. La información acumulada en la unidad 35 de monitorización con el tiempo, puede ser presentada como una función del tiempo y/o como los totales para algún período de tiempo específico, tal como la hora/el día/ la semana/el mes pasado, o algún otro periodo de tiempo.

La información obtenida por la unidad 35 de monitorización de potencia puede ser presentada a la salida para otra entidad de red, tal como un sistema de gestión de red (NMS) 70. En una realización, en la que la unidad 35 de gestión de potencia registra valores que representan tiempos consumidos en diversos modos/estados de gestión de potencia, la conversión de valores numéricos que representan tiempos a valores numéricos que representan energía/potencia se puede realizar localmente en el OLT (por ejemplo, la unidad de conversión 58 de la Figura 4, o la conversión puede ser realizada en otra entidad de red (por ejemplo, en la unidad de conversión 72 en parte de un Sistema de Gestión de Red en la Figura 1). Las unidades de conversión 58, 72 pueden realizar la conversión usando datos almacenados que proporcionan, para cada modo/estado, un valor de energía por unidad de tiempo consumido en ese estado. Se puede calcular un valor numérico de energía ahorrada deduciendo la cantidad de energía usada (según sea calculada por la unidad 35 o la unidad 72) a partir de una cantidad de energía que se usará nominalmente si la red de acceso estuviera operada continuamente en el modo de plena potencia.

Se van a describir dos formas alternativas de determinar el consumo de energía. Según una primera forma, mostrada en la Figura 1, la unidad 35 de monitorización de potencia determina la información que es indicativa del consumo de energía de una ONU 10, o de un grupo de ONUs, monitorizando los estados de gestión de potencia localmente en el OLT 20. Dependiendo del esquema de señalización implementado para las funciones de gestión de potencia, es posible que el OLT 20 acceda a información precisa, o aproximada, en el momento en que cada ONU 10 pase por cada uno de los diversos estados de potencia reducida. En ITU G.987.3, se implementa gestión de potencia mediante mensajes de señalización portados por un canal de envío de mensajes de Operación, Administración y Mantenimiento (PLOAM) de capa física. La máquina de estado 31 correspondiente a cada ONU 10 se actualiza en respuesta a mensajes de señalización (por ejemplo, los mensajes de señalización de PLOAM relativos a la gestión de potencia) entre la ONU 10 y el OLT 20. La máquina de estado 31 correspondiente a una

ONU 10 puede ser también actualizada en respuesta a la recepción de tráfico de “mantener activa”. El OLT necesita comprobar periódicamente que una ONU 10 está aún activa (y en modo de potencia baja), y que no ha fallado. Una manera de realizar esta comprobación consiste en intercambiar mensajes handshake de señalización. Otra forma consiste en un intercambio de tráfico de “mantener activa”. La unidad 35 de monitorización de potencia monitoriza el estado del OLT, según sea indicado por la máquina de estado 31 correspondiente a esa ONU 10. La unidad 35 de monitorización de potencia monitoriza el tiempo consumido en cada estado y puede mantener, por ejemplo, un conjunto de contadores correspondientes a los posibles modos o estados. Cada contador registra el tiempo consumido en uno de los modos de gestión de potencia “Potencia Total”, “Doze de Baja Potencia”, “Sleep de Baja potencia”, o el tiempo consumido en uno de los estados individuales de la máquina de estado. Cada contador puede tener, por ejemplo, una resolución de tiempo de 1 µs, una granularidad funcional más gruesa tal como 125 µs, o cualquier otro tipo de granularidad que se considere que puede ser útil. La Figura 4 muestra una unidad 35 de monitorización de potencia con un conjunto de contadores 51, 52, 53. Se puede prever un número mayor, o menor, de contadores para que coincida con el número de modos/estados usados para la gestión de potencia. La unidad 35 de monitorización de potencia puede aplicar correcciones a los valores registrados mantenidos por los contadores para contar factores tales como retardo de propagación, períodos de gracia, etc. Como ejemplo, la transición desde el estado de “Potencia Total” al estado “Sleep de Baja Potencia” se conoce a partir de la transición del OLT desde “Awake Free” a “Sleep de Baja Potencia” (recepción de un sleep de SR) menos el retardo de propagación más el período de gracia.

La Figura 5 muestra una segunda forma de determinar el consumo de energía. Se proporciona una unidad 17 de monitorización de potencia en cada ONU 10 para recopilar localmente información indicativa del consumo de energía en la ONU 10. La unidad 17 de monitorización de potencia puede comprender, por ejemplo, un conjunto de contadores, registrando cada contador el tiempo consumido en uno de los tres modos de gestión de potencia: “Potencia Total”, “Doze de Potencia Baja”, “Sleep Cíclico de Baja Potencia”. El modo “Potencia Total” corresponde al tiempo consumido en cualquiera de los estados activos de la Figura 2. “Doze de Potencia Baja” corresponde al tiempo consumido en los estados de “Doze Aware” y “Escucha” de la Figura 2. “Sleep Cíclico de Baja Potencia” corresponde al tiempo consumido en los estados de “sleep aware” y “Asleep” de la Figura 2. En una realización alternativa, se puede proporcionar un contador para registrar el tiempo consumido en un estado individual de la máquina de estado, por ejemplo un contador para registrar el tiempo consumido en el estado “doze aware”, otro contador para registrar el tiempo consumido en estado de “escucha”, y así sucesivamente. La unidad 17 de monitorización de potencia puede realizar correcciones en cuanto a efectos que no son directamente observables a partir de la máquina de estado, por ejemplo el tiempo requerido para alimentar periódicamente el transceptor 11 para intercambios de “mantener activo”. La unidad 17 de monitorización de potencia recibe señales de entrada desde una máquina de estado 16 en la unidad 15 de control de gestión de potencia. La Figura 6 muestra una unidad 35 de monitorización de potencia con un conjunto de contadores 61, 62, 63. Se puede prever un número mayor, o menor, de contadores para que coincida con el número de modos/estados usados para la gestión de potencia. Los contadores de “Doze de Baja Potencia” y “Sleep de Baja Potencia”, son actualizados por medio del reloj 67 de referencia, el cual se mantiene en cada ONU usando información de sincronización distribuida por el OLT 20 a todas las ONUs 10. La unidad 17 de monitorización de potencia puede comprender un contador 64 para registrar una cantidad de energía consumida por la ONU 10. El contador 64 puede registrar cualesquiera unidades adecuadas de medición de energía, tal como Vatios-segundo o milivatios-segundo. Se puede proporcionar el contador 64 en vez de, o adicionalmente a, los contadores 61-63. La información acumulada por las unidades 17 de monitorización de potencia en cada ONU 10 se reenvía a la unidad 35 de monitorización de potencia en el OLT 20 a través de una interfaz 68. La información puede ser transportada por mensajes (de bajo nivel) enviados a la unidad 30 de control de potencia, tal como los mensajes PLOAM. Alternativamente, la información puede ser transportada por medio de mensajes (de alto nivel) enviados a través de una interfaz de gestión de la PON, tal como la interfaz de gestión de ONU y de canal de control (OMCC) definida en ITU-T G.988. La Figura 5 muestra una unidad 25 de interfaz de gestión, que puede recibir mensajes procedentes de los transceptores 21 y enviar información en los mensajes a la unidad 35 de monitorización de potencia.

En G.988 se define un conjunto de entidades gestionadas. Una realización de la invención crea una entidad gestionada para recopilar datos de monitorización de comportamiento asociados al consumo de energía/potencia de la ONU. Un ejemplo de esta entidad gestionada se asocia a la ONU en su totalidad. Se pueden definir los atributos que siguen.

Tiempo de fin de intervalo: este atributo identifica el intervalo de monitorización que ha terminado más recientemente. El intervalo puede ser cualquier valor deseado. Un valor típico es 15 minutos.

Tiempo de Doze: este atributo registra el tiempo durante el que estuvo la ONU en el modo de conservación de energía de doze. Éste puede ser medido en microsegundos.

Tiempo de sleep cíclico: este atributo registra el tiempo durante el que estuvo la ONU en el modo de conservación de energía de sleep cíclico. Éste puede ser medido en microsegundos.

Energía consumida: este atributo registra la energía consumida por la ONU. Ésta puede ser medida en milivatios-segundo.

Los atributos relacionados en lo que antecede son transportados en mensajes de capa de gestión (por ejemplo, OMCI) entre la ONU y el OLT.

En la realización anterior, solamente se indica el tiemplo consumido en cada uno de los modos de baja potencia. La cantidad de tiempo consumido en el modo de potencia total puede ser calculada restando el tiempo consumido en los modos de baja potencia de la duración de intervalo conocida. En una realización alternativa, el tiempo consumido en cada modo (es decir, los modos de potencia total y los modos de potencia baja) pueden ser señalizados individualmente.

La gestión de potencia de las ONUs está controlada por un conjunto de parámetros. En G.987.3 los parámetros incluyen:

Parámetro	**Descripción**	**Definido por**	**Conocido para**
Isleep	Isleep es el tiempo máximo que la ONU gasta en sus estados Asleep o de Escucha, como conteo de tramas de 125 microsegundos. Las indicaciones locales de despertar (LWIs) en ambos estados Asleep y Escucha o los eventos remotos en el estado de Escucha, pueden truncar la permanencia de la ONU en esos estados.	OLT	ONU, OLT
Tsleep	Temporizador local en la ONU. Tras la entrada en estado Asleep, la ONU inicializa Tsleep a un valor igual o menor que Isleep. Se pueden requerir temporizadores internos secundarios para garantizar que la ONU está completamente operativa cuando entre en estado de “sleep aware” tras un intervalo que no exceda a Isleep.	ONU	ONU
Iaware	Iaware es el tiempo mínimo que la ONU consume en su estado de Aware antes de realizar la transición a un estado de baja potencia (Asleep o Escucha), como conteo de tramas de 125 microsegundos. Durante el intervalo de Iaware, eventos locales o remotos pueden provocar de forma independiente que la ONU entre en el estado de ActiveHeld en vez de volver a un estado de baja potencia.	OLT	ONU, OLT
Taware	Temporizador local en ONU, inicializado a un valor igual o mayor que Iaware una vez que se obtiene sincronización de corriente descendente tras la entrada en estado de Aware. Taware controla el tiempo de permanencia en estado de aware antes de que la ONU reentre en uno de los estados de baja potencia.	ONU	ONU
Itransinit	Tiempo de inicialización completa del transceptor: el tiempo requerido para que la ONU alcance funcionalidad completa cuando deja el estado Asleep (es decir, conectando ambos receptor y transmisor).	ONU	ONU, OLT
Itxinit	Tiempo de inicialización del transmisor: el tiempo requerido para que la ONU alcance funcionalidad completa cuando deja el estado de Escucha.	ONU	ONU, OLT
Talerted	Temporizador local para delimitar el tiempo que la máquina de estado del OLT permanece en estado de alerta antes de entrar en estado de AwakeForced.	OLT	OLT
$Clos_i$	Contador de ráfagas de corriente ascendente faltantes en estado AwakeFroced(i) de los OLTs durante la pérdidal de defecto de señal para la ONU *i.*	OLT	OLT
Ter_i	Temporizador local de handshake en el OLT que define el instante final en el que se espera una ráfaga de corriente ascendente desde la ONU *i sleeping o dozing*.	OLT	OLT
Ihold	Permanencia mínima en el estado ActiveHeld	OLT	ONU, OLT
Thold	Temporizador local en el que se inicializa la ONU a Ihold tras la transmisión de SR (Awake) tras la entrada en el estado ActiveHeld y que hace valer la mínima permanencia en el estado ActiveHeld.	ONU	ONU

Cualquiera de los parámetros utilizados como parte de la gestión de potencia de la PON puede ser modificado, o "sintonizado" en respuesta a la información recopilada acerca del consumo de energía. Haciendo de nuevo referencia a la Figura 4, ésta muestra un módulo 55 de sintonización de parámetro que recibe señales de entrada desde los contadores 51, 52, 53, indicativas del tiempo consumido en los diversos estados de potencia, y/o la información recopilada localmente en ONUs y recibida a través de la interfaz de gestión. El módulo 55 recibe también señales de entrada 54 desde la unidad 30 de control de potencia de ONU, tal como valores de parámetro actuales. El módulo 55 adapta los valores de uno o más de los parámetros de gestión de potencia en base a las señales de entrada. El módulo 55 puede también determinar si debe permitir el ahorro de energía (o simplemente operar de forma continua en modo de potencia total), y qué modo(s) de potencia reducida usar.

La información obtenida por la unidad 35 de monitorización de potencia puede ser usada para evaluar el efecto de modos de gestión de potencia, de baja potencia, sobre la calidad de servicio de abonado, por ejemplo en términos de paquetes perdidos o de tiempos de espera de la aplicación. Estos efectos pueden ser evaluados por medio de máquinas o por medio de personas, usando información adicional disponible en un servidor de gestión. La información obtenida por la unidad 35 de monitorización de potencia puede ser usada para automatizar un momento de ajuste de QoS del día (por ejemplo, una QoS más baja durante las horas tempranas del día).

El módulo 55 está capacitado para sintonizar automáticamente los parámetros de gestión de potencia, sin la intervención del usuario. Alternativamente, las señales de salida de la unidad 35 de monitorización de potencia pueden ser presentadas a la salida para otra entidad de red, y la entidad externa puede modificar el valor de un parámetro.

Las Figuras 7 y 8 muestran métodos llevados a cabo por la unidad 30 de control de potencia y por la unidad 35 de monitorización de potencia en la Oficina Central. La Figura 7 muestra un primer método llevado a cabo en la Oficina Central. Se mantiene una máquina de estado para una ONU en la red de acceso (etapa 100). Se mantiene una máquina de estado para cada ONU en la PON. La etapa 102 determina información indicativa del consumo de energía en la ONU a partir de la máquina de estado mantenida en la etapa 100. La etapa 102 puede incrementar un contador por cada unidad de tiempo (por ejemplo, 125 μs) consumidos en cada modo/estado de gestión de potencia. La información se recopila durante un período de tiempo (etapa 104). Opcionalmente, en la etapa 106, el método modifica un parámetro operacional de la ONU en base a la información recopilada. La etapa 106 puede comprender indicar a la ONU que modifique el parámetro.

La Figura 8 muestra un segundo método llevado a cabo en la Oficina Central. En la etapa 110, se recibe información desde una ONU. La información es indicativa del consumo de energía en la ONU. La información puede ser recibida a través de una interfaz de gestión tal como OMCI. La información recibida en la etapa 110 puede aparecer en la conclusión de un intervalo de recolección, y puede ser comunicada inmediatamente a un sistema de gestión, en vez de almacenada en el OLT 20. Opcionalmente, se recolecta la información sobre un período de tiempo (etapa 112). Opcionalmente, en la etapa 114, el método modifica un parámetro operacional de la ONU en base a la información recopilada. La etapa 114 puede comprender indicar a la ONU que modifique el parámetro.

La Figura 9 muestra un método llevado a cabo por una unidad 15 de control de gestión de potencia y por la unidad 17 de monitorización de potencia en la ONU. En la etapa 120, el método determina información que es indicativa del consumo de energía en la ONU. La etapa 120 puede comprender incrementar un contador de tiempo consumido en un estado de gestión de potencia o puede comprender incrementar un contador de consumo de energía real, tal como un contador de vatios-segundo. La información se recoge sobre un período de tiempo (etapa 122). La etapa 124 envía la información recopilada a un nodo de la red de acceso, tal como el OLT 20. La información puede ser enviada por medio de un mensaje de señalización a través de la interfaz de gestión. Opcionalmente, en la etapa 126, la ONU recibe un mensaje de señalización para modificar un parámetro operacional de la ONU.

En las Figuras 1 y 5, se ha mostrado una unidad 35 de monitorización como parte de un OLT 20. Se puede proporcionar una unidad 35 de monitorización sobre la base de una por cada OLT, según se muestra en las Figuras 1 y 5, o se puede proporcionar por grupo de OLTs. En una alternativa más, la unidad 35 de monitorización puede estar ubicada en otra entidad de red. Aunque se pueden emplear términos específicos en la presente memoria, los mismos han sido usados en un sentido descriptivo y genérico solamente y no con fines limitativos.

REIVINDICACIONES

1. Un método de monitorización de una unidad de red óptica (10), el método que comprende:

recoger información indicativa del consumo de energía de la unidad de red óptica (10) durante un periodo de tiempo, en el que la unidad de red óptica (10) tiene una pluralidad de estados de operación diferentes y el paso (104) de recoger información indicativa del consumo de energía en la unidad de red óptica (10) comprende registrar un tiempo gastado por la unidad de red óptica en al menos uno de los estados de operación.

2. El método según la reivindicación 1, en el que el paso de registro de un tiempo gastado en al menos uno de los estados de operación comprende registrar un tiempo que la unidad de red óptica gastó en un modo de sopor (doze) y registrar el tiempo que la unidad de red óptica gastó en un modo de reposo (sleep) cíclico.

3. El método según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que además comprende:

mantener una entidad gestionada para recoger dicha información indicativa del consumo de energía de la unidad de red óptica.

4. El método según la reivindicación 3, en el que la entidad gestionada tiene un atributo para registrar un tiempo que la unidad de red óptica gastó en un modo de sopor (doze) y un atributo para registrar un tiempo que la unidad de red óptica gastó en un modo de reposo (sleep) cíclico.

5. El método según la reivindicación 3 o la reivindicación 4, en el que la entidad gestionada tiene un atributo para registrar la energía consumida por la unidad de red óptica.

6. El método según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que una instancia de la entidad gestionada está asociada con la unidad de red óptica en su totalidad.

7. El método según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, que además comprende la creación de la entidad gestionada para recoger datos de monitorización de rendimiento asociados con el consumo de energía de la unidad de red óptica.

8. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho tiempo gastado en al menos uno de los estados de operación se mide en microsegundos.

9. El método según reivindica una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho de periodo de tiempo es 15 minutos.

10. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de red óptica recoge la información indicativa del consumo de energía en la unidad de red óptica.

11. El método según la reivindicación 10, en el que la unidad de red óptica transmite la información recogida a un terminal de línea óptico.

12. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que un terminal de línea óptico recoge la información indicativa del consumo de energía en la unidad de red óptica.

13. El método según la reivindicación 12, en el que el paso de recoger información indicativa del consumo de energía en la unidad de red óptica comprende recibir información desde la unidad de red óptica acerca del tiempo gastado en al menos uno de los estados de operación.

14. Una unidad de red óptica (10), que comprende:

una unidad de monitorización (17) dispuesta para recoger información indicativa del consumo de energía de la unidad de red óptica durante un periodo de tiempo, en el que la unidad de red óptica (10) tiene una pluralidad de estados de operación diferentes y la unidad de monitorización (17) está dispuesta para recoger información indicativa del consumo de energía en la unidad de red óptica (10) registrando un tiempo gastado por la unidad de red óptica (10) en al menos uno de los estados de operación.

15. La unidad de red óptica según la reivindicación 14, en la que la unidad de monitorización es una entidad gestionada.

16. La unidad de red óptica según la reivindicación 15, en la que la entidad gestionada tiene un atributo para registrar un tiempo que la unidad de red óptica gastó en un modo de sopor (doze) y un atributo para registrar un tiempo que la unidad de red óptica gastó en un modo de reposo (sleep) cíclico.

17. Un terminal de línea óptico, que comprende:

una unidad de monitorización para recoger información indicativa del consumo de energía de una unidad de red óptica remota durante un periodo de tiempo, en el que la unidad de red óptica tiene una pluralidad de estados de

operación diferentes y la unidad de monitorización está dispuesta para recoger información indicativa del consumo de energía en la unidad de red óptica registrando un tiempo gastado en al menos uno de los estados de operación.

18. El terminal de línea óptico según la reivindicación 17, en el que la unidad de monitorización es una entidad gestionada.

19. El terminal de línea óptico según la reivindicación 18, en el que la entidad gestionada tiene un atributo para registrar un tiempo que la unidad de red óptica gastó en un modo de sopor (doze) y un atributo para registrar un tiempo que la unidad de red óptica gastó en un modo de reposo (sleep) cíclico.

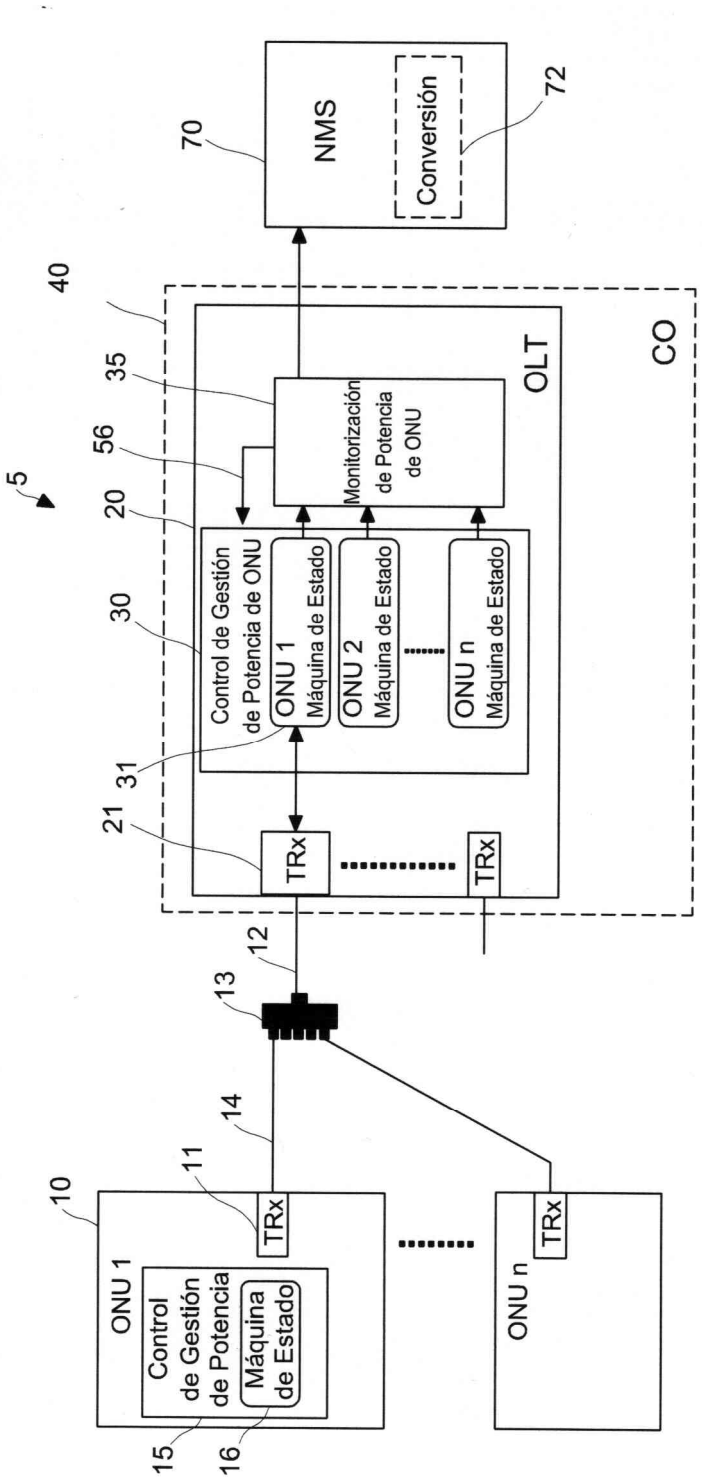
5
10
ONU 1
Control de Gestión de Potencia
Máquina de Estado
TRx
11
15
16
14
13
12
ONU n
TRx
21
TRx
TRx
31
Control de Gestión de Potencia de ONU
ONU 1 Máquina de Estado
ONU 2 Máquina de Estado
ONU n Máquina de Estado
30
20
56
35
Monitorización de Potencia de ONU
OLT
CO
40
70
NMS
Conversión
72

Fig. 1

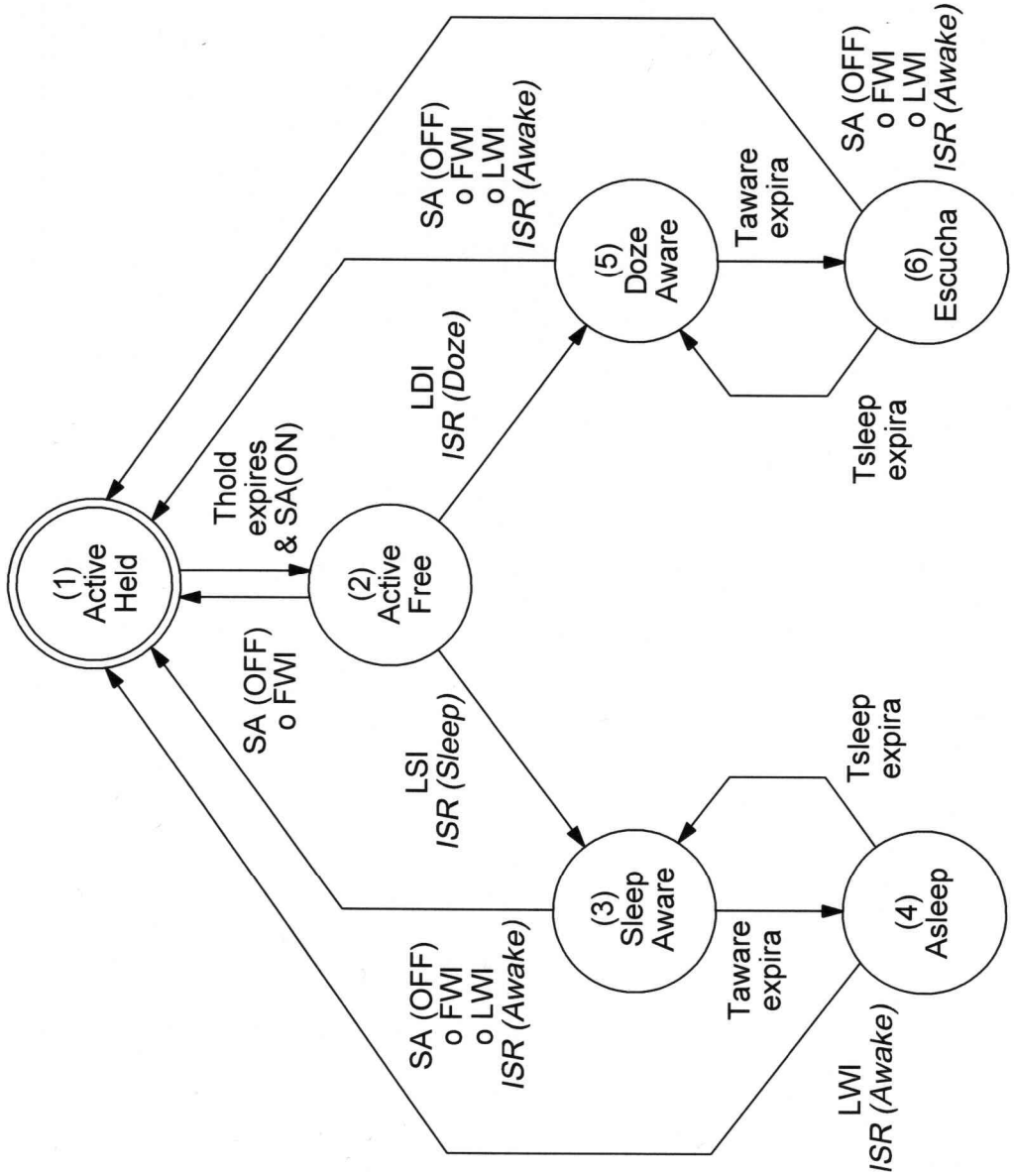
(1)
Active
Held
Thold
expires
& SA(ON)
SA (OFF)
o FWI
(2)
Active
Free
LDI
ISR (Doze)
LSI
ISR (Sleep)
SA (OFF)
o FWI
o LWI
ISR (Awake)
(5)
Doze
Aware
Taware
expira
(3)
Sleep
Aware
Tsleep
expira
Taware
expira
(4)
Asleep
LWI
ISR (Awake)
(6)
Escucha
Tsleep
expira
SA (OFF)
o FWI
o LWI
ISR (Awake)

Fig. 2

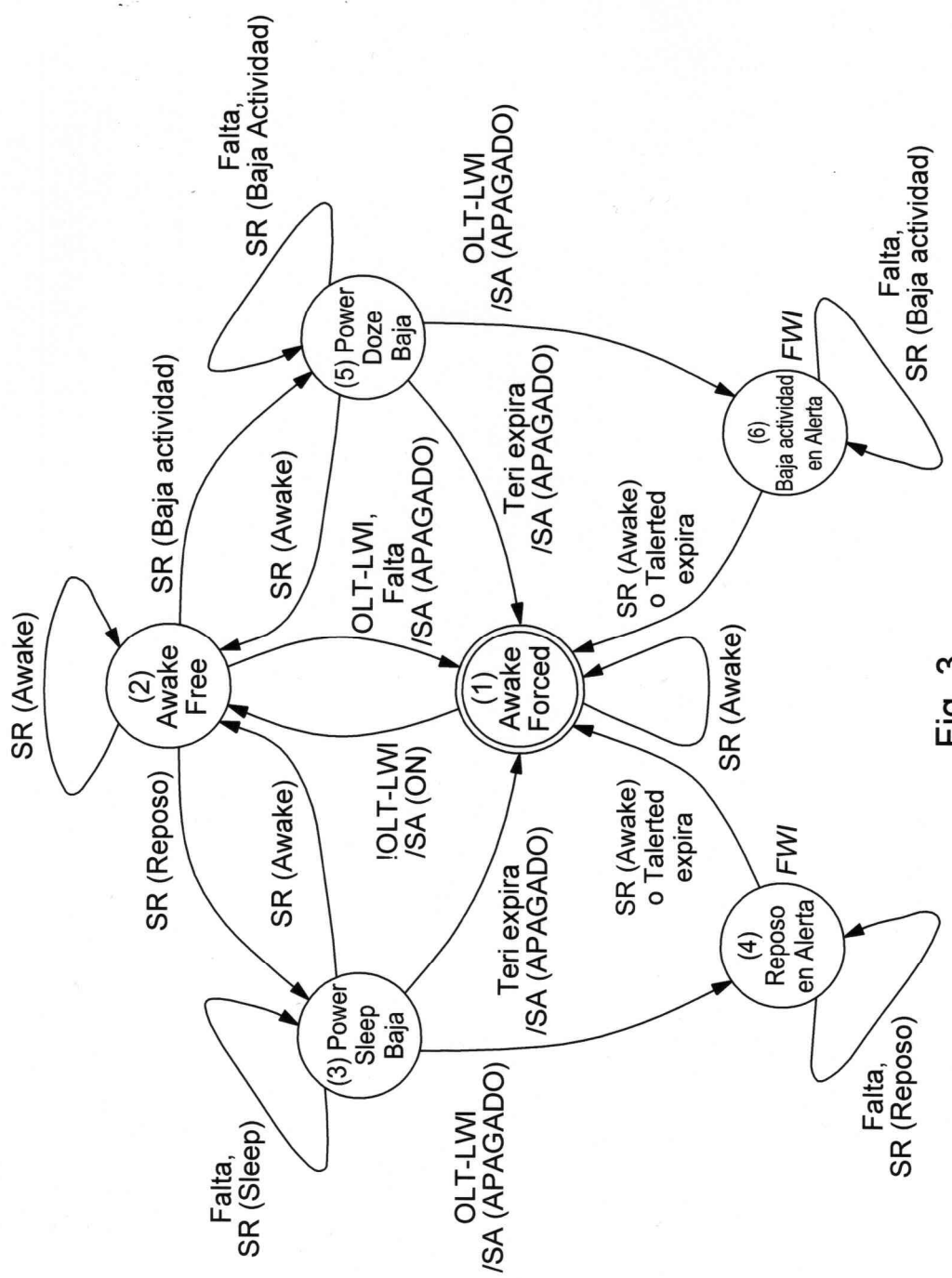
SR (Awake)
(2) Awake Free
SR (Baja actividad)
Falta, SR (Baja Actividad)
(5) Power Doze Baja
OLT-LWI /SA (APAGADO)
Falta, SR (Baja actividad)
FWI
(6) Baja actividad en Alerta
SR (Awake)
OLT-LWI, Falta /SA (APAGADO)
Teri expira /SA (APAGADO)
SR (Awake) o Talerted expira
(1) Awake Forced
SR (Awake)
SR (Reposo)
SR (Awake)
!OLT-LWI /SA (ON)
Teri expira /SA (APAGADO)
SR (Awake) o Talerted expira
FWI
(4) Reposo en Alerta
Falta, SR (Reposo)
(3) Power Sleep Baja
Falta, SR (Sleep)
OLT-LWI /SA (APAGADO)

Fig. 3

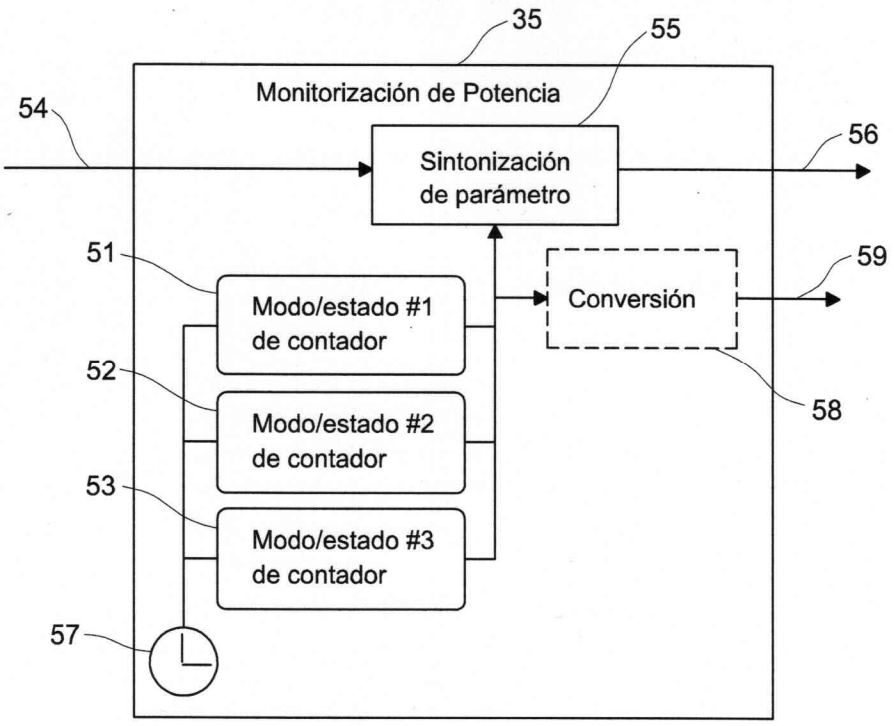
35
55
Monitorización de Potencia
54
Sintonización
de parámetro
56
51
Modo/estado #1
de contador
Conversión
59
52
Modo/estado #2
de contador
58
53
Modo/estado #3
de contador
57

Fig. 4

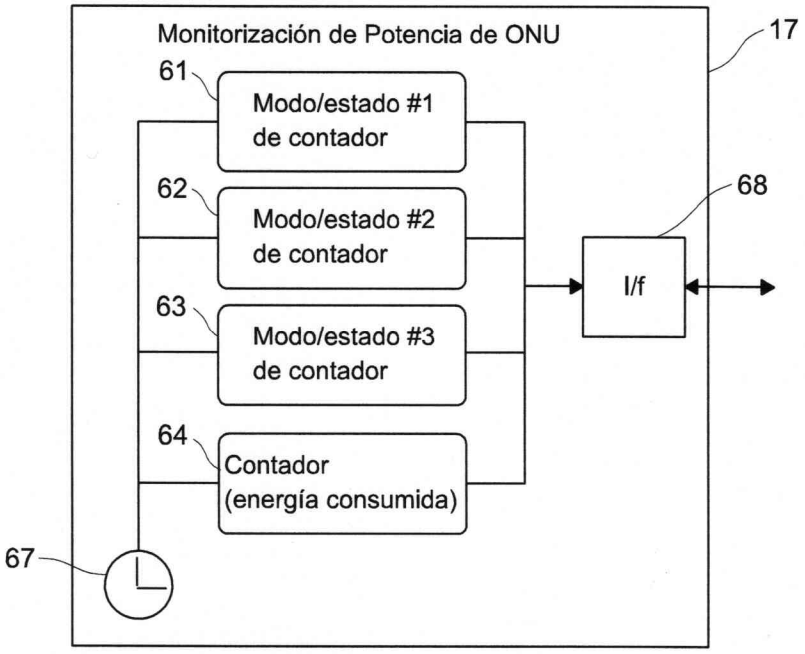
Monitorización de Potencia de ONU
17
61
Modo/estado #1
de contador
62
68
Modo/estado #2
de contador
I/f
63
Modo/estado #3
de contador
64
Contador
(energía consumida)
67

Fig. 6

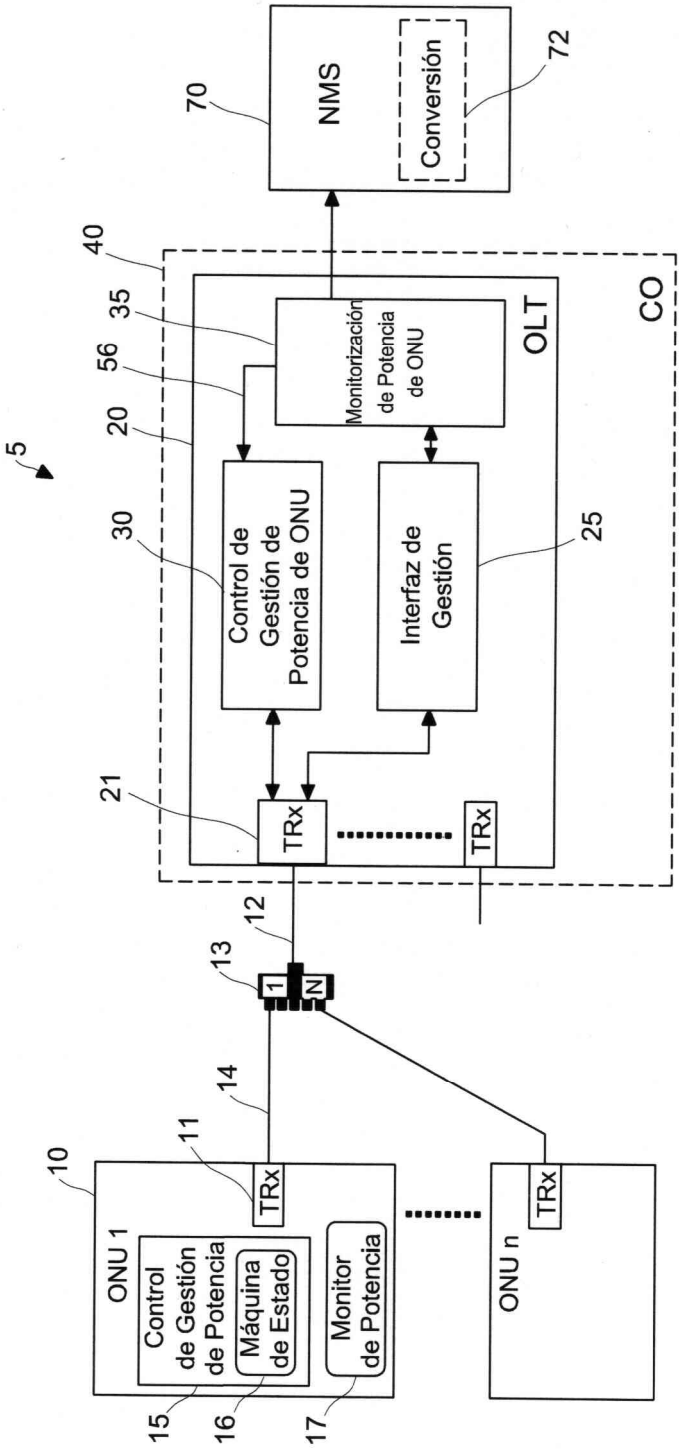
5
70
NMS
Conversión
72
40
35
56
20
30
21
CO
OLT
Monitorización de Potencia de ONU
Control de Gestión de Potencia de ONU
Interfaz de Gestión
25
TRx
TRx
12
13
1
N
14
11
10
ONU 1
Control de Gestión de Potencia
Máquina de Estado
Monitor de Potencia
TRx
ONU n
TRx
15
16
17

Fig. 5

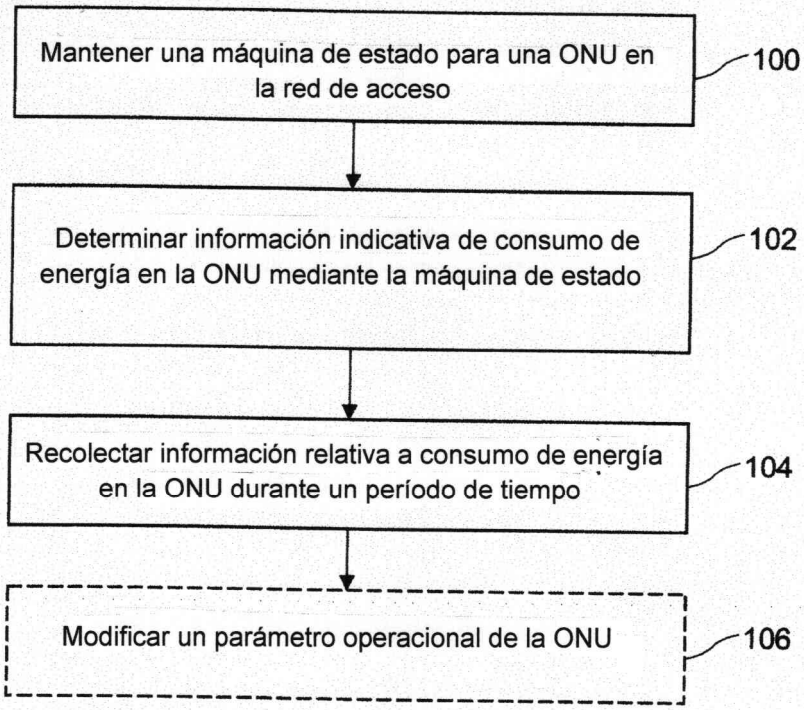
Mantener una máquina de estado para una ONU en la red de acceso
100
Determinar información indicativa de consumo de energía en la ONU mediante la máquina de estado
102
Recolectar información relativa a consumo de energía en la ONU durante un período de tiempo
104
Modificar un parámetro operacional de la ONU
106

Fig. 7

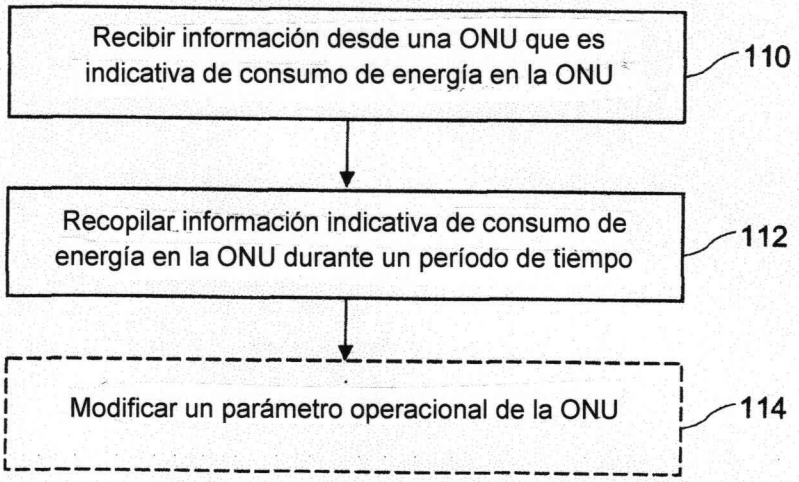
Recibir información desde una ONU que es indicativa de consumo de energía en la ONU
110
Recopilar información indicativa de consumo de energía en la ONU durante un período de tiempo
112
Modificar un parámetro operacional de la ONU
114

Fig. 8

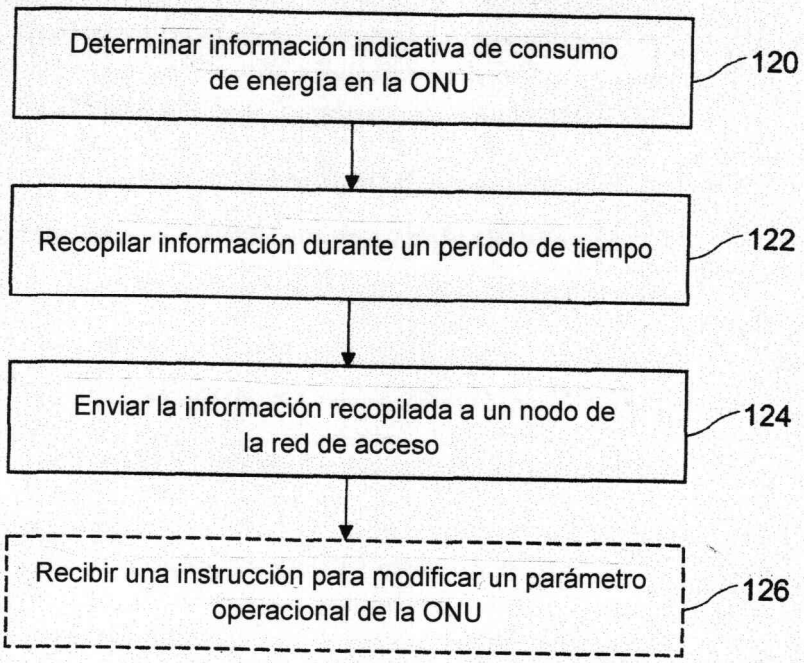
Determinar información indicativa de consumo de energía en la ONU
120
Recopilar información durante un período de tiempo
122
Enviar la información recopilada a un nodo de la red de acceso
124
Recibir una instrucción para modificar un parámetro operacional de la ONU
126

Fig. 9