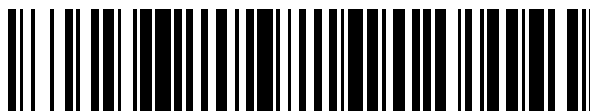


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 021**

51 Int. Cl.:

H04Q 11/00 (2006.01)
H04J 14/02 (2006.01)
H04B 10/07 (2013.01)
H04B 10/272 (2013.01)
H04B 10/27 (2013.01)
H04B 10/079 (2013.01)
H04B 10/073 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.03.2012** **PCT/ES2012/070179**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.09.2012** **WO12127091**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2012** **E 12761362 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018** **EP 2690802**

54 Título: **Sistema para la certificación de una red óptica pasiva y para la detección de problemas y averías en los últimos tramos de fibra**

30 Prioridad:

23.03.2011 ES 201130415

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

16.10.2018

73 Titular/es:

TELNET REDES INTELIGENTES, S.A. (100.0%)
Buenos Aires 18 Polígono Industrial Centrovía
50196 La Muela (Zaragoza), ES

72 Inventor/es:

CORTÉS SANTAOLALLA, FRANCISCO JAVIER;
RODRIGO ÁLVAREZ, GONZALO PEDRO;
BENEDÍ SÁNCHEZ, OCTAVIO;
FERNÁNDEZ GRACIA, HÉCTOR;
PÉREZ RESA, ADRIÁN;
POZO ESPINOSA, AMADOR y
VICASTILLO BARRABÉS, CARLOS

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 686 021 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

Sistema para la certificación de una red óptica pasiva y para la detección de problemas y averías en los últimos tramos de fibra

5

Objeto de la invención

La presente invención, según se expresa en el enunciado de la presente memoria descriptiva, se refiere a un sistema para la certificación de una red óptica pasiva y para la detección de problemas y averías en los últimos tramos de fibra, teniendo por objeto la incorporación de un conjunto de dispositivos denominados "Emulador de OLT" y "Unidad de Testeo Remota" (en adelante, UTR) que, en conjunción, permiten ser utilizados por los instaladores para certificar el timbrado de la red en una primera fase de despliegue; en segundo lugar, cuando la UTR se enfrenta a una OLT durante la operación, permiten ser usados en una segunda fase de despliegue, certificando el último tramo de la red óptica (y detectando el nivel de potencia óptica de las reflexiones, si las hubiere), y, en tercer lugar, la UTR también permite la detección de problemas y averías en una red PON durante la operación.

En una variante de una realización práctica, entre la roseta óptica de abonado y el dispositivo de usuario u ONT (Terminador de Red Óptica) de usuario y la Unidad de Testeo Remota (UTR), incorpora un acoplador en paso (AP), permitiendo verificar las funciones de operación de una ONT conectada a la red óptica.

20

Campo de aplicación

La presente memoria descriptiva describe un sistema para la certificación de una red óptica pasiva y para la detección de problemas y averías en los últimos tramos de fibra, siendo de aplicación en el campo de las telecomunicaciones, y, más específicamente, en el testeo de la fibra y las comunicaciones en redes ópticas pasivas PON (Redes Ópticas Pasivas).

25

Antecedentes de la invención

La demanda constante por parte de los usuarios residenciales de una mayor tasa de transferencia, junto a la reducción del coste por usuario de las arquitecturas de acceso, ha hecho plantearse a los operadores de telecomunicaciones la sustitución de tradicionales arquitecturas de acceso punto-a-punto basadas en el par telefónico de cobre convencional por arquitecturas punto-a-multipunto de fibra óptica totalmente pasiva PON (Redes Ópticas Pasivas).

35

Asimismo, la tecnología GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit), EPON (Red Óptica Pasiva Ethernet) y sus variantes futuras en velocidad (XGPON-1, XGPON-2, EPON NG), permite ofrecer a los usuarios anchos de banda elevados (por encima de los 100 Mbps) y conteniendo los costes de despliegue en infraestructura de red al tratarse de un medio compartido.

40

En una red óptica pasiva no existe dispositivo activo alguno entre el dispositivo OLT (Terminal de Línea Óptica) ubicado en la oficina central telefónica y el dispositivo de usuario u ONT (Terminador de Red Óptica) ubicado en el domicilio de usuario.

Como alternativa, se introducen dispositivos ópticos pasivos denominados divisores ópticos o splitters que, en la dirección corriente abajo, distribuyen la señal óptica a todos los usuarios bajo una arquitectura árbol-rama, utilizando una determinada longitud de onda (normalmente 1490nm) y en la dirección corriente arriba, combinan las señales ópticas de todas las ONT que utilizan un sistema de distribución del tiempo de transmisión tipo TDM (Time Division Multiplexing), transmitiendo habitualmente en la longitud de onda de 1310 nm.

50

El uso de dos ventanas complementarias de transmisión y recepción, permite el uso de una planta monofibra para los despliegues FTTH (Fibra hasta el hogar) en lugar de las tradicionales arquitecturas bifibras para transmisión y recepción dedicadas.

Cuando un operador decide ofrecer sistemas de acceso PON, habitualmente organiza una estrategia de despliegue en dos fases: en una primera fase, las unidades de instalación de los operadores (empresas subcontratadas por los operadores) instalan la fibra de planta externa desde un repartidor de la oficina central telefónica hasta los puntos de terminación de los recintos de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT) de los abonados.

Durante esta fase, los instaladores certifican la correcta instalación de las fibras de planta mediante una verificación física usando herramientas tipo OTDR (Reflectómetro de Dominio de Tiempo Óptico), modificadas para testear topologías punto-multipunto.

60

El objetivo de esta fase, también denominada timbrado de la red, es garantizar que el presupuesto óptico medido por el OTDR sea inferior al disponible entre la OLT y las diferentes ONT de acuerdo con el grado de división o splitting elegido. Una vez finalizado el testeo de la fibra, se instalan en la oficina central telefónica los dispositivos OLT y el

65

operador espera las peticiones de alta de los diferentes clientes.

En el momento en el que un usuario solicita al operador su alta comienza la segunda fase de instalación, que consiste en unir físicamente un puerto vacante de fibra óptica de la PON del armario terminador del recinto ICT con la roseta de terminación de red del domicilio de abonado. Para lograr lo anterior, se utiliza una monofibra dedicada que la empresa instaladora tiende entre ambos puntos.

La correcta instalación de esta interconexión de fibra óptica es crucial para que el usuario no tenga problemas con los servicios de tráfico que intercambiará con la oficina telefónica central.

Uno de los efectos contra el que las empresas instaladoras luchan en esta fase es la presencia de reflexiones en estos últimos metros de fibra.

Un defecto en este último tramo de fibra o en sus conectores ópticos produce que una parte de la potencia se refleje y vuelva a la ONT disminuyendo la potencia efectiva que llega a la OLT en el enlace corriente arriba y degradando la prestación de los servicios de acceso.

Con el fin de controlar este efecto, puesto que la fibra ya se encuentra conectada a la infraestructura PON y habitualmente (debido a la simplicidad y al coste, la red de fibra no dispone de filtros ópticos para limitar una señal inyectada procedente de un elemento de medida) no es posible inyectar una señal procedente de un OTDR pinchado en la roseta de abonado puesto que la señal generada en modo continuo por este último elemento podría perturbar a los elementos activos de otros usuarios, interrumpiendo el servicio de acceso durante el proceso de alta de nuevos clientes.

En la mayoría de los casos, los instaladores optan por conectar una ONT similar a la del usuario (o la propia ONT del usuario), verificando que la ONT se sincroniza con la OLT dando por buena la instalación, sin tener en cuenta si es posible el establecimiento de los mismos ni su calidad de servicio/experiencia.

Las soluciones tradicionales basadas en OTDR, tales como la detallada en la patente europea 99202206.1, exclusivamente, trabajan a nivel físico, mientras que la solución propuesta en la presente memoria descriptiva es capaz de trabajar a nivel físico y a nivel de servicios, midiendo la calidad de los mismos percibida por el usuario (QoS) simulando las mismas condiciones de explotación en las que se encontrará el usuario.

La solicitud de patente europea 94200753.5, incluye un circuito óptico para medir la sensibilidad a las reflexiones de un sistema de transmisión óptica. No obstante, en este caso, este circuito no es aplicable a la detección de reflexiones en un escenario PON monofibra.

La solicitud de patente española 200400037 también presenta un sistema de medida óptico capaz de usar las reflexiones para realizar un diagnóstico de medida. No obstante, su ámbito está restringido al uso de la sensorización y no es aplicable al campo de las redes PON.

Descripción de la invención

La presente memoria descriptiva describe un sistema para la certificación de una red óptica pasiva y para la detección de problemas y averías en los últimos tramos de fibra, siendo de aplicación en redes ópticas pasivas que, entre el dispositivo OLT ubicado en una oficina central telefónica y el equipo de usuario u ONT, conectadas a la correspondiente roseta, y disponen de divisores ópticos o splitters que, en dirección corriente abajo, reparten la señal óptica a todos los usuarios bajo una arquitectura árbol-rama, y en dirección corriente arriba, combinan las señales ópticas de todas las ONT, empleando dos ventanas complementarias de transmisión y recepción, con el uso de una planta monofibra para los despliegues FTTH, tal que el sistema comprende:

- un dispositivo emulador de OLT portable y autónomo conectado a la roseta de la oficina central al acceso a la infraestructura de planta; y
- una unidad de testeo remoto (UTR) conectada a la roseta de abonado, de tal forma que el emulador de OLT comprende:
 - una FPGA que implementa el protocolo GPON sobre, al menos, un primer módulo electroóptico conectable a diferentes redes PON con capacidad para medir potencias ópticas y unos periféricos de memoria flash y RAM;
 - un procesador de paquetes, conectado a la FPGA para generar el tráfico de servicios a testear, y un segundo microprocesador dedicado al control de las funciones de provisión y testeo;
 - al menos, un puerto de datos externos USB y una Ethernet para conexión a un ordenador externo para actualizar firmware,

mientras que la unidad de testeo remoto (UTR) comprende:

- un chipset GPON o una FPGA con microprocesador incrustado junto a unos periféricos de memoria flash y RAM;
- un módulo electroóptico ONT, unido al chipset o FPGA, de medición de potencia óptica recibida;
- un circuito óptico capaz de separar la luz reflejada y enviarla a un módulo electroóptico OLT con capacidad de medida de potencia y la distancia a la que se produce la reflexión;
- un primer filtro óptico comunicado con el módulo electroóptico ONT capaz de separar la longitud de onda corriente abajo de la corriente arriba;
- un circulador óptico con un primer puerto (P1) conectado por la salida de un primer filtro electroóptico, así como con un segundo puerto (P2) conectado a un segundo filtro electroóptico para recuperar la señal monofibra junto a la señal procedente del primer filtro electroóptico, y un tercer puerto (P3) conectado a un módulo electroóptico OLT;
- un PIN activable para detectar la reflexión de las conexiones emitidas en el módulo electroóptico OLT y cuyo PIN está conectado a un bloque lógico digital comunicado con la activación de la transmisión a ráfagas del módulo electroóptico ONT;
- una bobina de fibra óptica conectada a un conector óptico;
- un conector externo para conexión a un ordenador externo; y
- un bloque de baterías de alta capacidad.

Cuando la UTR se enfrenta a un emulador OLT, permite la caracterización o el timbrado de una arquitectura PON testeando la atenuación de todas las ramas hasta el recinto de ICT, así como el establecimiento y verificación de los procedimientos de negociación basados en el protocolo utilizado en la PON.

Cuando la UTR se enfrenta a una OLT durante la operación, permite verificar la instalación del último tramo de fibra que conecta el recinto de ICT con la roseta de abonado comprobando parámetros físicos, tales como la potencia recibida y el nivel de reflexiones, parámetros de la capa de enlace tales como la negociación y la tasa de error de bit, y parámetros de nivel de servicios testeando la calidad de servicio (QoS) y la calidad de experiencia (QoE), todo ello sin perturbar el tráfico del resto de usuarios de la PON.

Cuando la UTR se enfrenta a una OLT durante la operación, permite la detección de fallos y averías ante reclamaciones de clientes en un circuito de acceso en explotación comprobando parámetros físicos tales como la potencia recibida y el nivel de reflexiones, parámetros de la capa de enlace tales como la negociación y la tasa de error de bit, y parámetros de nivel de servicios testeando la calidad de servicio (QoS) y la calidad de experiencia (QoE), todo ello sin perturbar el tráfico del resto de usuarios de la PON.

El circuito óptico es capaz de separar la luz corriente arriba en ráfaga no generada por la UTR y medir su potencia.

Asimismo, el circuito electrónico interno a la FPGA mide, con una precisión de 5 ns., el tiempo transcurrido desde el inicio del módulo electro óptico ONT hasta la detección de señal por parte del módulo electro óptico OLT, midiendo así la distancia hasta una posible reflexión en la fibra.

Asimismo, el circuito electrónico interno a la FPGA, mediante el módulo electroóptico OLT, detecta ráfagas de luz, en 1310 nm., no generadas por el UTR, y mide su potencia.

Por otra parte, en una realización práctica, en una ejecución práctica, se incorpora un acoplador en paso (AP) entre la roseta óptica de abonado y el dispositivo de usuario u ONT de usuario y conectando la Unidad de Testeo Remota (UTR) a un puerto de prueba del acoplador en paso AP, siendo la Unidad de Testeo Remota (UTR) capaz de medir la potencia recibida por el dispositivo de usuario u ONT de usuario y la potencia transmitida por ésta y comprobar de manera automática que dicha potencia se encuentra dentro de ciertos parámetros, incluyendo dicha información en un informe final sobre la instalación y los dispositivos activos conectados.

El acoplador en paso AP comprende:

- tres conectores ópticos, dos de ellos, uno en el puerto de PON y otro en el puerto ONT del acoplador en paso AP, para conectar entre la roseta óptica de abonado y la ONT de usuario y otro, en el puerto de prueba del acoplador en paso AP para conectar con el UTR;
- un primer y segundo filtro óptico que separan las dos ventanas ópticas de transmisión;

- un primer y un segundo divisor óptico que extraerán un porcentaje de las señales contenidas en las ventanas ópticas extraídas;
- un tercer filtro óptico WDM que concentrará las señales extraídas en un solo puerto óptico.

5 Con el fin de complementar la descripción que seguidamente se va a realizar, y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de la invención, se acompaña a la presente memoria descriptiva, de un conjunto de planos, en cuyas figuras de forma ilustrativa y no limitativa, se representan los detalles más característicos de la invención.

Breve descripción de los dibujos

- 10
- Figura 1. Muestra un esquema de una red óptica pasiva (PON) convencional.
- Figura 2. Muestra una vista detallada de cómo la invención se intercala en la red para certificar la fase 1 de timbrado o verificación de la red hasta el recinto de la ICT.
- 15
- Figura 3. Muestra el detalle de cómo la invención se intercala en una PON durante la operación para certificar la fase 2 de la instalación.
- Figura 4. Muestra el diagrama de bloques del "Emulador de OLT".
- Figura 5. Muestra el diagrama de bloques de la Unidad de testeo Remoto (UTR).
- Figura 6. Muestra el diagrama de bloques del acoplador en paso (AP).
- 20
- Figura 7. Muestra el diagrama de una realización práctica donde, en una red óptica pasiva se intercala un acoplador en paso (AP) entre la roseta de abonado y el dispositivo de usuario y la unidad de testeo remoto.

Descripción detallada de una realización preferente

25 En la figura 1, se puede observar una red óptica pasiva, de tipo convencional, donde no existe dispositivo activo alguno entre el dispositivo OLT (Terminal de Línea Óptica) 1 ubicado en la oficina central telefónica 46 y el dispositivo de usuario u ONT (Terminador de Red Óptica) 9 ubicado en el domicilio 11 del usuario.

30 Como alternativa, se introducen dispositivos ópticos pasivos denominados divisores ópticos o splitters 4 que, en la dirección corriente abajo, distribuyen la señal óptica a todos los usuarios bajo una arquitectura árbol-rama, utilizando una determinada longitud de onda (normalmente 1490 nm) y en dirección corriente arriba, combinan las señales ópticas de todas las ONT que utilizan un sistema de distribución del tiempo de transmisión tipo TDM (Time Division Multiplexing), habitualmente transmitiendo en la longitud de onda de 1310 nm.

35 El empleo de dos ventanas complementarias de transmisión y recepción permite el uso de una planta monofibra 2, 6, 7 para los despliegues FTTH (en inglés, Fibra hasta el hogar) en lugar de las tradicionales arquitecturas bifibras para transmisión y recepción dedicadas.

40 Cuando un operador decide ofrecer sistemas de acceso PON, habitualmente organiza una estrategia de despliegue en dos fases:

- En una primera fase, las unidades de instalación de los operadores (empresas subcontratadas por los operadores) instalan la fibra de planta externa desde el repartidor o roseta 3 de la oficina central telefónica 46 hasta los puntos de terminación 5 de los recintos de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT) 10 de los abonados.

45 En esta fase, los instaladores certifican la correcta instalación de las fibras de planta mediante una verificación física usando herramientas tipo OTDR (Reflectómetro de Dominio de Tiempo Óptico), modificadas para testear topologías punto-multipunto.

50 El objetivo de esta fase, también denominada timbrado de la red, es garantizar que el presupuesto óptico medido por el OTDR sea inferior al disponible entre la OLT y las diferentes ONT de acuerdo con el grado de división o splitting elegido. Una vez finalizado el testeo de la fibra, se instalan en la oficina central telefónica los dispositivos OLT y el operador espera las peticiones de alta de los diferentes clientes.

55 En el momento en el que un usuario solicita al operador su alta comienza la segunda fase de instalación, que consiste en unir físicamente un puerto vacante (tomas) 5 de fibra óptica de la PON del armario terminador del recinto ICT 10 con la roseta 8 de terminación de red del domicilio 11 de abonado.

60 Para lograr lo anterior, se utiliza una monofibra 7 dedicada que la empresa instaladora tiende entre ambos puntos. La correcta instalación de esta interconexión de fibra óptica es crucial para que el usuario no tenga problemas con los servicios de tráfico que intercambiará con la oficina telefónica central.

65 Uno de los efectos contra el que las empresas instaladoras luchan en esta fase es la presencia de reflexiones en estos últimos metros de fibra.

Un defecto en este último tramo de fibra 7 o en sus conectores ópticos produce que una parte de la potencia se refleje y vuelva a la ONT disminuyendo la potencia efectiva que llega a la OLT en el enlace corriente arriba y degradando la prestación de los servicios de acceso.

Con el fin de controlar este efecto, puesto que la fibra ya se encuentra conectada a la infraestructura PON y habitualmente (por simplicidad y por coste, la red de fibra no dispone de filtros ópticos para limitar una señal inyectada procedente de un elemento de medida) no es posible inyectar una señal procedente de un OTDR pinchado en la roseta 8 de abonado puesto que la señal generada en modo continuo por este último elemento podría perturbar a los elementos activos de otros usuarios, interrumpiendo el servicio de acceso durante el proceso de alta de nuevos clientes.

En la mayoría de los casos, los instaladores optan por conectar una ONT similar a la del usuario (o la propia ONT del usuario), verificando que la ONT se sincroniza con la OLT dando por buena la instalación, sin tener en cuenta si es posible el establecimiento de los mismos ni su calidad de servicio/experiencia.

La figura 2 muestra el esquema de una red PON cuya fibra óptica y los componentes ópticos pasivos acaban de ser desplegados hacia el recinto de ICT 10, y sobre la que el instalador desea realizar el timbrado calculando las atenuaciones de todas las ramas de la red (fase 1 del despliegue). Para lograr lo anterior, conectará el primer dispositivo objeto de la invención, denominado Emulador OLT 12, a la roseta 3, que da acceso a la infraestructura de planta mediante un latiguillo de fibra óptica perfectamente caracterizado. El emulador de OLT es un dispositivo portable, que admite varios tipos de alimentación de potencia (CA y CC), y cuyos objetivos son los siguientes:

- Permitir la lectura de potencias ópticas de las UTR 13 para el cálculo de la potencia óptica en la dirección corriente arriba (nivel físico).
- Permitir el establecimiento de servicios de nivel de enlace utilizando los mismos mecanismos de registro que realizaría una OLT durante la operación.
- Medir la tasa de error de bit corriente arriba.
- Permitir el establecimiento de servicios vía OMCI (ONT Management Control Interface) con las UTR y generación de conexiones de servicio para comprobar la calidad de Experiencia (QoE).

Una vez conectado el emulador de OLT 12, el instalador se conectará secuencialmente a cada una de las tomas 5 de la PON del recinto ICT 10 mediante un latiguillo de fibra óptica 14 perfectamente caracterizado, una Unidad de Testeo Remoto 13, segundo componente de esta invención. La UTR completará el análisis de cada una de las ramas de la PON de la siguiente manera:

- Medirá la potencia corriente abajo recibida por el emulador de OLT y solicitará al emulador el servicio de lectura de potencia corriente arriba para caracterizar completamente la atenuación del trayecto.
- Solicitará al emulador de OLT el establecimiento de nivel de enlace activando los mecanismos de negociación.
- Medirá la tasa de error de bit corriente abajo y solicitará al emulador de OLT la tasa de error en corriente arriba.
- Establecerá servicios vía OMCI y comprobará la calidad de experiencia en los servicios establecidos.

Una vez realizados estos pasos, la UTR generará un informe exhaustivo con el diagnóstico de las pruebas y lo firmará digitalmente mediante algoritmo criptográfico RSA (Rivest, Shamir y Alderman) o su equivalente, pudiendo el instalador descargar mediante un ordenador o similar, para hacérselo llegar a los sistemas de información que contienen la caracterización de fibras del operador. De este modo, los informes firmados no pueden ser alterados por los propios instaladores y reflejan fielmente el estado de las medidas de la red.

La figura 3 muestra el esquema de una red PON durante la operación donde ya se ha instalado la OLT 1 durante la operación en la oficina central telefónica 46. En este caso, el instalador quiere certificar la instalación del último tramo de fibra 7, incluidos sus conectores. Para lograr lo anterior, tenderá la fibra hasta el abonado y conectará la Unidad de Testeo Remoto 13 a la roseta 8 de abonado mediante una fibra 14 perfectamente caracterizada. La UTR 13 detectará automáticamente que en cabecera se encuentra una OLT durante la operación y realizará las siguientes operaciones:

- Medirá la potencia recibida en corriente abajo;
- Intentará registrarse con la OLT de cabecera. Previamente el instalador le habrá suministrado a la UTR los datos de autenticación del usuario.
- Mediante un circuito óptico detector de reflexiones la UTR será capaz de medir la potencia reflejada, detectando la presencia de reflexiones en el último tramo de la red. Este circuito detector de reflexiones utiliza los mecanismos de emisión contemplados en el protocolo PON, por lo que no perturbará al resto de usuarios.
- Calculará la tasa de error de bit corriente abajo.
- Establecerá los servicios vía OMCI y, si el operador tiene habilitados servidores contra los que comprobarlos, evaluará la calidad de experiencia de los mismos.

Una vez realizados estos pasos, la UTR 13 generará un informe exhaustivo con el diagnóstico de las pruebas y lo firmará digitalmente, pudiendo el instalador descargar mediante un ordenador o similar, para hacérselo llegar a los

sistemas de información que contienen la caracterización de fibras del operador.

Justo como un lector avanzado puede intuir, este mismo procedimiento puede ser realizado por el instalador en el caso de que un usuario presente al operador una reclamación de servicio, para detectar fallos y averías de una red PON en servicio.

Por otra parte, con el fin de simplificar la descripción, se hace en todo momento referencia a la madura tecnología de red óptica pasiva GPON (Gigabit-Capable Passive Optical Network) pudiendo ser aplicada a cualquier otra tecnología PON anterior, como APON, BPON, EPON o de futuro, tales como XGPON-1, XGPON-2, EPON 10G, y a cualquier otra tecnología, todavía no existente, derivada de la transmisión continua TDM en la dirección corriente abajo y a ráfagas en la dirección corriente arriba.

La figura 4 muestra en detalle el diagrama de bloques del emulador de OLT 1, el cual no difiere de la circuitería de una OLT con su ASIC (Circuito Integrado Específico de Aplicación) o FPGA (Matriz de Puerta Programables de Campo) 36, que implementa el protocolo GPON sobre uno o varios módulos electroópticos 45 (que permitirán ser conectados a diferentes redes PON), con capacidad para medir potencia óptica y sus periféricos de memoria Flash 43 y RAM 44.

La principal diferencia es que el puerto de salida de tráfico agregado de la PON se interconecta con una FPGA o un procesador de paquetes 40 dedicado con el fin de generar el tráfico de los servicios a testear. Además, el emulador de OLT 1 tiene un microprocesador dedicado 42 al control de las funciones de provisión y testeo. Por otra parte, una OLT durante la operación, suele tener forma de tarjeta que se inserta en un chasis alimentado de acuerdo con la típica alimentación continua presente en la oficina central telefónica. En el caso del emulador OLT, se opta por insertar todo el conjunto en una caja portable con fuente de alimentación dual y universal para facilitar la movilidad del conjunto.

El firmware que ejecuta el microprocesador de control 42 permitirá la realización de las medidas de nivel óptico corriente abajo, la activación de los mecanismos propios de protocolo GPON para registrar nuevas UTR, así como la activación de los servicios y la generación de conexiones para los mismos (por ejemplo, simulador tráfico de acceso a Internet con rendimiento máximo, paquetes marcados para la medición de fluctuación, tráfico IPTV –televisión IP, o tráfico SIP -Protocolo de inicio de Sesión, en inglés- para testear telefonía IP, etc.).

Además, puesto que varias medidas simultáneas podrán ser realizadas desde diferentes unidades UTR, el firmware del emulador OLT se encargará de encolar las peticiones remotas para ejecutarlas cuando los recursos de testeo se encuentren disponibles.

Aunque este dispositivo es autónomo y no requiere configuración, varios puertos de datos externos USB y Ethernet 37, permitirán la conexión del dispositivo a un ordenador 38 para actualizar firmware. El dispositivo también incluye unos LED 41 que indican al operador el estado básico del dispositivo.

La Unidad de Testeo Remoto UTR puede funcionar enfrentada a un emulador de OLT con las características avanzadas detalladas en la descripción resumida de la invención y con características más reducidas cuando se enfrenta a una OLT durante la operación.

La figura 5 muestra en detalle el diagrama de bloques de la UTR, de tal forma que el núcleo principal del mismo es un chipset GPON o una FPGA 15 con microprocesador embebido junto a sus periféricos de RAM 34 y Flash 17, que implementan completamente el protocolo GPON y permite acceder a parámetros de bajo nivel del protocolo. Este chipset/FPGA 15 se encuentra unido a un módulo electroóptico ONT 20 dotado de funcionalidades precisas de medida de potencia óptica recibida.

Este módulo electroóptico ONT 20 está conectado a un circuito óptico capaz de separar la luz reflejada 28 (de 1310nm) y enviarla a un segundo módulo electroóptico OLT 21 con capacidad de medición de potencia. El circuito óptico toma la fibra procedente del módulo ONT 20 y ataca a un primer filtro óptico 22 capaz de separar la longitud de onda corriente abajo (1490 nm) 35 de la corriente arriba (1310 nm) 27.

La salida 27 del primer filtro 22 de 1310 nm ataca a un primer puerto (P1) de un circulador óptico 24. Un segundo puerto (P2), del anteriormente mencionado circulador óptico, se conectará a un segundo filtro óptico 23 para recuperar la señal monofibra junto a señal de longitud de onda corriente abajo (1490 nm) 35 procedente del primer filtro 22. Con el fin de poder detectar la reflexión de las conexiones emitidas en el módulo OLT 21 se requiere la activación de un PIN (restablecimiento de pin) 31 momentos antes de la recepción de las conexiones.

Para lograr lo anterior, se requiere la conexión del anteriormente mencionado PIN 31 a un bloque lógico digital 16 comunicado con la activación de la transmisión a ráfagas del módulo ONT 20. El diseño de este circuito de detección de reflexiones 47 incluye una pequeña bobina de fibra óptica 25 que puede ayudar a ajustar los retardos del sistema en función de los diferentes fabricantes de módulos ópticos.

El segundo puerto de la bobina de fibra 25 finaliza en un conector óptico del tipo SC o equivalente, siempre con pulido APC (Angled Physical Contact) para minimizar las reflexiones.

La UTR, al ser un dispositivo de campo, portable y autónomo, incluye un bloque 49 de baterías de última generación tipo polímero de litio o equivalentes.

Por otra parte, un ordenador 33 externo actúa a modo de dispositivo de visualización conectado a la UTR mediante un conector externo 19 tipo USB que permite la carga, captura y el almacenamiento de las medidas efectuadas por el dispositivo y los informes RSA firmados por el microprocesador del chipset/FPGA 15 para ser enviados a las unidades de gestión de red o de operación y mantenimiento del operador.

La UTR se completa con conectores Ethernet 18 para futuros usos o extracción del tráfico de datos de la PON, un conjunto de LED 29 muestran el estado básico las pruebas y un pulsador 30 que permite un modo de testeo autónomo indicando el estado de la prueba sobre los leds 29 anteriormente mencionados.

La figura 7 muestra la utilización del acoplador en paso AP 64 para realizar medidas sobre el funcionamiento de la ONT 9 de usuario de red, para lo cual, de acuerdo con lo representado en la figura 6, conecta el puerto PON 50 del AP a la roseta óptica 8 y el puerto ONT 52 del AP se conecta a la ONT 9 de abonado y su puerto de prueba 51 al UTR 13.

De este modo, el acoplador en paso AP 64 permite pasar las señales corriente abajo y corriente arriba entre su puerto PON 50 y el puerto ONT 52 del mismo, extrayendo un pequeño porcentaje de ambas señales que son combinadas y transmitidas por el puerto de prueba 51.

La UTR 13 está conectada al puerto de prueba 51 y procede a realizar las medidas de servicio necesarias: medida de potencia en 1490 nm y en 1310 nm en ráfagas, utilizando los circuitos anteriormente mencionados. De este modo, se puede determinar que la potencia que llega a la ONT 9 de usuario está dentro de unos criterios determinados por los estándares y que la potencia de transmisión de dicha ONT 9 de usuario está dentro de los márgenes de transmisión definidos por los estándares competentes.

Con el fin de la extracción de señal corriente abajo, el acoplador en paso AP 64 conecta su puerto PON 50 a la roseta óptica 8 de abonado, de tal forma que la señal entra por dicho puerto PON 50 del AP llegando a un primer filtro óptico 53 de ventana que envía la señal corriente abajo por 58 hacia un primer divisor óptico 56. Dicho primer divisor óptico 56 deja pasar la mayoría de la luz por 61 hasta un segundo filtro 55 que envía la señal corriente abajo al conector ONT 52 del acoplador en paso AP 64. El primer divisor 56 extrae una parte de la señal que llega por 58 y la reconduce a un tercer filtro 54 que permite que pase hacia el conector de prueba 51 del AP.

Por otra parte, la señal corriente arriba llega al acoplador en paso AP 64 desde la ONT 9 de usuario por el puerto ONT 52 del AP, llegando al segundo filtro donde es reconducida por 60 hasta el segundo divisor óptico 57. La mayoría de la señal es reconducida al primer filtro 53, donde pasa hacia el conector del puerto PON 50 del AP. Parte de la señal corriente arriba pasa también desde el segundo divisor 57 por 63 hasta el tercer filtro WDM y de él hasta el conector de prueba 51.

El resultado es que una pequeña parte de la señal que entra por el puerto PON 50 del acoplador en paso AP 64 y otra pequeña parte de la señal que entra por el puerto ONT 52 del acoplador en paso AP 64 son conducidas al conector de prueba del acoplador en paso AP 64 donde se conectará a UTR para medir la potencia de las señales extraídas.

Por lo tanto, tenemos un circuito óptico pasivo capaz de permitir el paso de dos señales ópticas bidireccionales, extraer un porcentaje de la misma sin alterar su contenido y un agregador óptico pasivo que concentra todas las señales extraídas en un único puerto a conectar a la UTR.

REIVINDICACIONES

1. **Sistema para la certificación de una red óptica pasiva y para la detección de problemas y averías en los últimos tramos (6, 7) de una planta monofibra (2,6,7)**, siendo de aplicación en redes ópticas pasivas entre el dispositivo de Terminal de Línea Óptica "OLT" alojado en una oficina central telefónica (46) y el dispositivo de usuario de una Terminación de Red Óptica "ONT", conectado a la correspondiente roseta, y disponen de divisores ópticos o splitters que, en dirección corriente abajo, están adaptados para distribuir la señal óptica a todos los usuarios dentro de una arquitectura árbol-rama, y en dirección corriente arriba, adaptado para combinar las señales ópticas de todas las ONT, usando una ventana de transmisión y una ventana de recepción en la planta monofibra (2,6,7) para los despliegues de Fibra a la Casa "FTTH", **caracterizado porque** el sistema comprende:

- un dispositivo emulador de OLT portable y autónomo conectado a la roseta (3) de la oficina central (46) para acceder a la infraestructura de planta, y
- una unidad de testeo remoto "UTR" conectada a la roseta de abonado (8),

de tal forma que el emulador de OLT comprende:

- un Circuito Integrado específico de Aplicación o Matriz de Puertas Programables de Campo "FPGA" (36) que implementa el protocolo de Red Óptica Pasiva Con Capacidad de Gigabit "GPON" sobre al menos un módulo electroóptico (45) conectable a diferentes redes PON con la capacidad de medir la potencia óptica y dicho ASIC o FPGA (36) conectable a periféricos de memoria flash (43) y RAM (44);
- un procesador de paquetes (40), conectado al ASIC o FPGA (36) para generar el tráfico de servicios a testear, y un segundo microprocesador (42) dedicado al control de las funciones de provisión y testeo;
- al menos, un puerto de datos externos USB (39) y un puerto Ethernet (37) para conexión a un ordenador (38) para actualizar firmware,

mientras que la UTR comprende:

- un chipset GPON o una FPGA (15) con un microprocesador incrustado junto a unos periféricos de memoria Flash (17) y RAM (34);
- un módulo electroóptico ONT (20), unido al chipset o FPGA (15), adaptado para la medición de potencia óptica recibida;
- un circuito óptico (47) capaz de separar la luz reflejada (28) y enviarla a un módulo electroóptico OLT (21) con capacidad de medida de potencia;
- un primer filtro óptico (22) adaptado para comunicarse con el módulo electroóptico ONT (20) capaz de separar la longitud de onda corriente abajo (35) de la longitud de onda corriente arriba (27);
- un circulador óptico (24) con un primer puerto P1 conectado por la salida 1310 nm del primer filtro óptico (22), así como con un segundo puerto P2 conectado a un segundo filtro óptico (23) para recuperar la señal monofibra junto a la señal de longitud de onda corriente abajo (26) procedente del primer filtro (22);
- un PIN (31) activable para detectar la reflexión de las conexiones emitidas en el módulo electroóptico OLT (21) y cuyo PIN (31) está conectado a un bloque lógico digital (16) que está adaptado para comunicarse con la activación de la transmisión a ráfagas del módulo electroóptico ONT (20);
- una bobina de fibra óptica (25) conectada a un conector óptico (32) con pulido tipo Contacto Físico Angulado "APC";
- un conector externo (19) tipo USB y otro conector externo de tipo Ethernet (18) para conexión a un ordenador externo (33); y
- un bloque de baterías (49) de Litio-Polímero que asegura la autonomía y portabilidad de un sistema de campo que no requiere electricidad para operar.

2. **Sistema para la certificación de una red óptica pasiva y para la detección de problemas y averías en los últimos tramos (6, 7) de una planta monofibra (2,6,7)** de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** cuando la UTR (13) se enfrenta a un emulador OLT (12), permite la caracterización o el timbrado de una arquitectura PON testeando la atenuación de todas las ramas hasta las Infraestructuras de Telecomunicaciones Comunes "ICT" (10), así como el establecimiento y verificación de los procedimientos de negociación basados en el protocolo utilizado en la PON.

3. **Sistema para la certificación de una red óptica pasiva y para la detección de problemas y averías en los últimos tramos (6, 7) de una planta monofibra (2,6,7)** de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** cuando la UTR (13) se enfrenta a una OLT durante la operación (1), permite verificar la instalación del último tramo de fibra (6) que conecta la ICT (10) a la roseta de abonado (8) comprobando los parámetros físicos, tales como la potencia recibida y el nivel de reflexiones, parámetros de la capa de enlace tales como la negociación y la tasa de error de bit, y parámetros de nivel de servicios testeando la calidad de servicio "QoS" y la calidad de experiencia "QoE", todo ello sin perturbar el tráfico del resto de usuarios de la PON.

4. **Sistema para la certificación de una red óptica pasiva y para la detección de problemas y averías en los últimos tramos (6, 7) de una planta monofibra (2,6,7)** de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que**

cuando la UTR (13) se enfrenta a una OLT durante la operación (1), permite la detección de fallos y averías ante reclamaciones de clientes en un circuito de acceso en explotación comprobando parámetros físicos tales como la potencia recibida y el nivel de reflexiones, parámetros de la capa de enlace tales como la negociación y la tasa de error de bit, y parámetros de nivel de servicios testeando la calidad de servicio "QoS" y la calidad de experiencia "QoE", todo ello sin perturbar el tráfico del resto de usuarios de la PON.

5. Sistema para la certificación de una red óptica pasiva y para la detección de problemas y averías en los últimos tramos (6, 7) de una planta monofibra (2,6,7) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el circuito óptico (47) es capaz de separar la luz corriente arriba en la ráfaga no generada por la UTR y medir su potencia.

6. Sistema para la certificación de una red óptica pasiva y para la detección de problemas y averías en los últimos tramos (6, 7) de una planta monofibra (2,6,7) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el circuito electrónico interno de la FPGA mide, con precisión de 5 ns, el tiempo transcurrido desde el inicio del módulo electro óptico ONT (9) hasta la detección de señal por parte del módulo electro óptico OLT, midiendo así la distancia hasta una posible reflexión en la fibra.

7. Sistema para la certificación de una red óptica pasiva y para la detección de problemas y averías en los últimos tramos (6, 7) de una planta monofibra (2,6,7) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el circuito electrónico interno de la FPGA, mediante el módulo electroóptico OLT, detecta ráfagas de luz, en 1310 nm, no generadas por la UTR (13), y mide su potencia.

8. Sistema para la certificación de una red óptica pasiva y para la detección de problemas y averías en los últimos tramos (6, 7) de una planta monofibra (2,6,7) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** incorpora un acoplador en paso "AP" (64) entre la roseta óptica (8) de abonado y el dispositivo de usuario u ONT (9) de usuario y conecta la UTR (13) a un puerto de prueba (51) del acoplador en paso AP (64), siendo la UTR (13) capaz de medir la potencia recibida por el dispositivo de usuario u ONT (9) de usuario y la potencia transmitida por ésta y comprobar de manera automática que dicha potencia se encuentra dentro de ciertos parámetros, incluyendo dicha información en un informe final sobre la instalación y los dispositivos activos conectados.

9. Sistema para la certificación de una red óptica pasiva y para la detección de problemas y averías en los últimos tramos (6, 7) de una planta monofibra (2,6,7) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el Acoplador en Paso AP (64) comprende:

- tres conectores ópticos, dos de ellos, uno en el puerto PON (50) y otro en el puerto ONT (52) del acoplador en paso AP (64), para conectar entre la roseta óptica (8) de abonado y la ONT (9) de usuario y otro, en el puerto de prueba (51) del acoplador en paso AP (64) para conectar a la UTR (13);
- un primer y segundo filtro óptico (53, 55) que separan las dos ventanas ópticas de transmisión;
- un primer y un segundo divisor óptico (56 y 57) que extraen un porcentaje de las señales contenidas en las ventanas ópticas extraídas;
- un tercer filtro óptico (54) WDM que concentrará las señales extraídas en un solo puerto óptico.

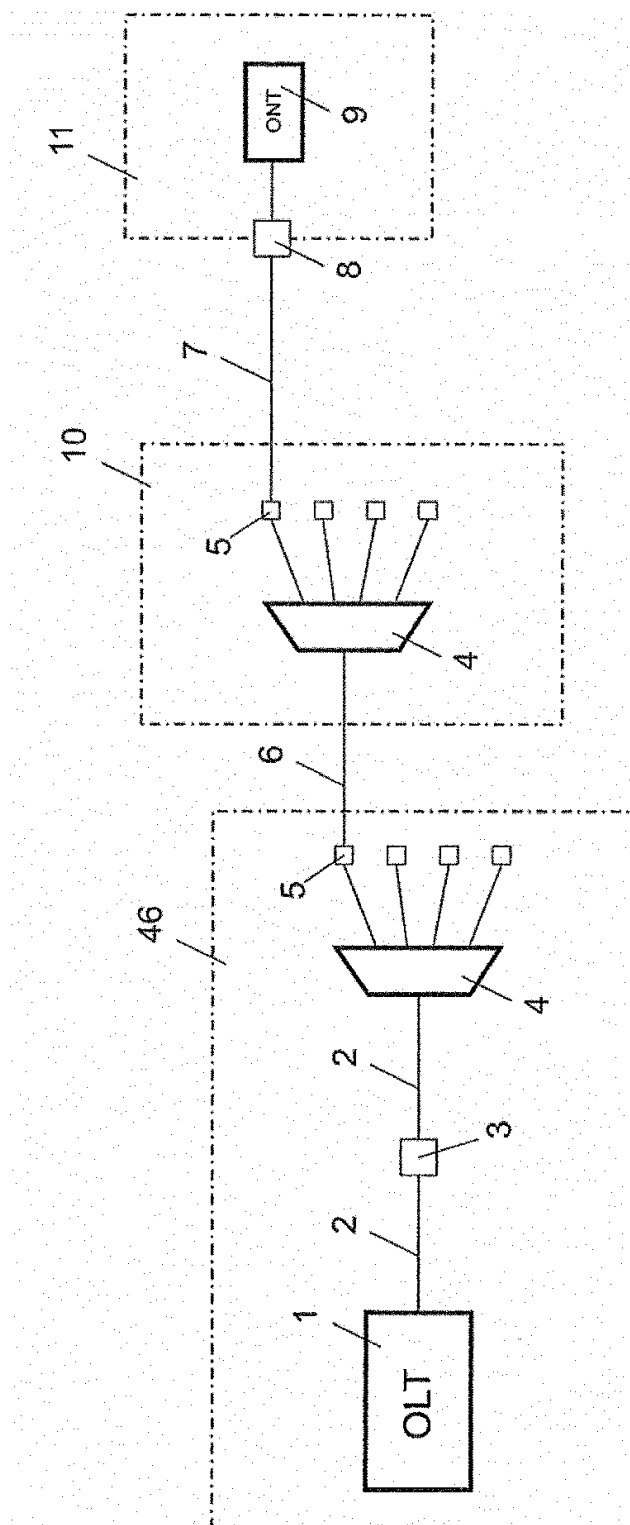


Fig. 1

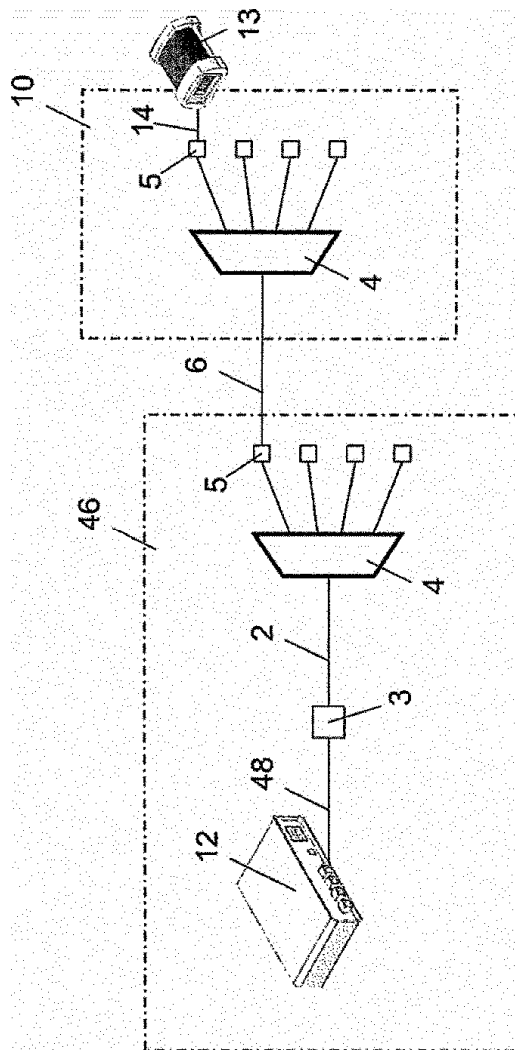


Fig. 2

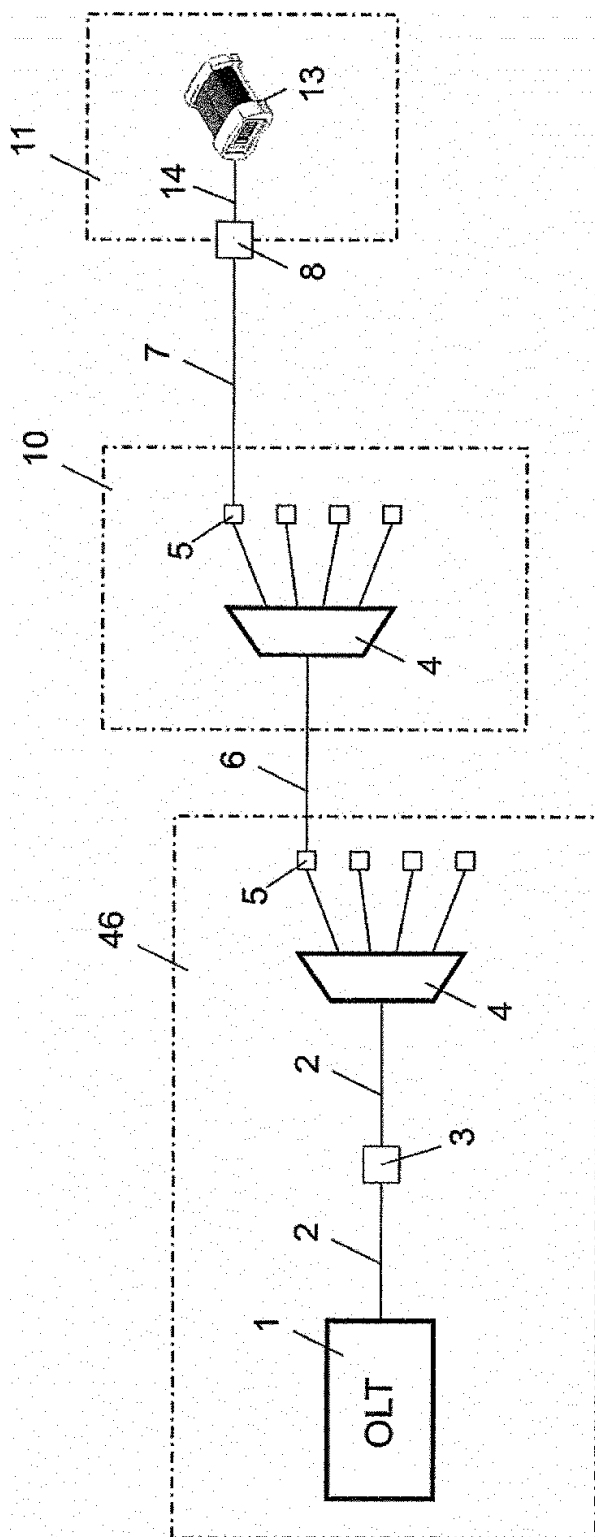


Fig. 3

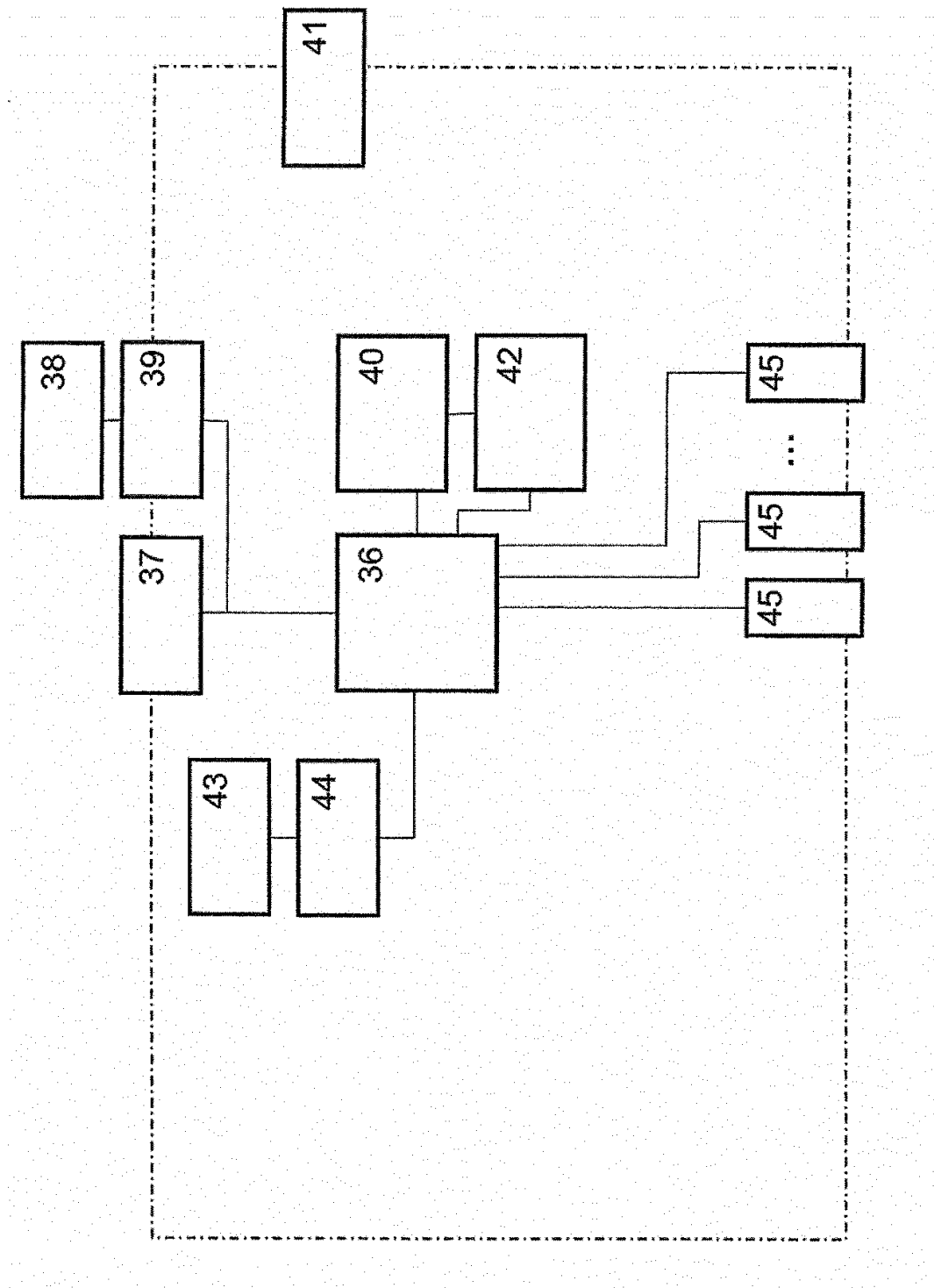


Fig. 4

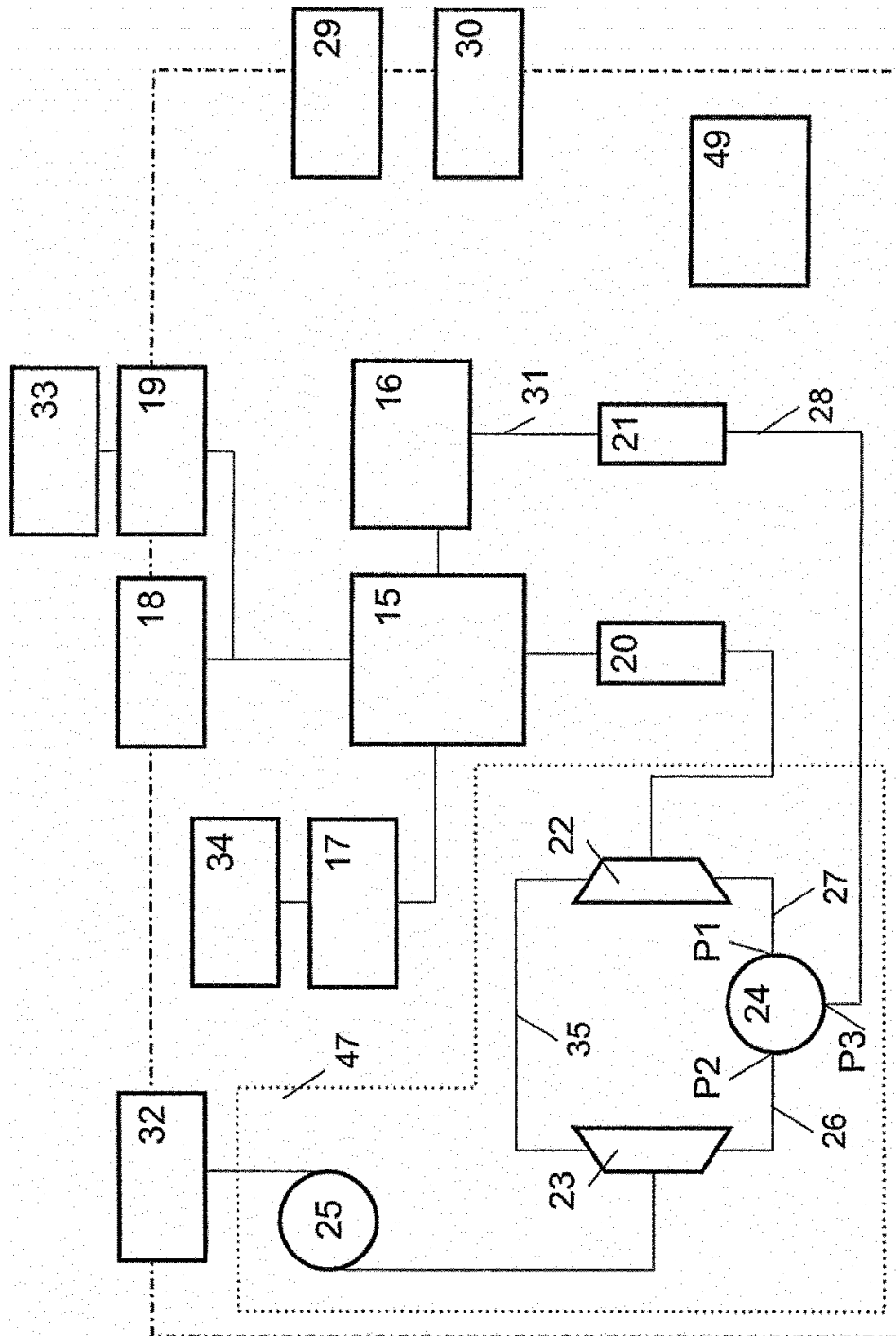


Fig. 5

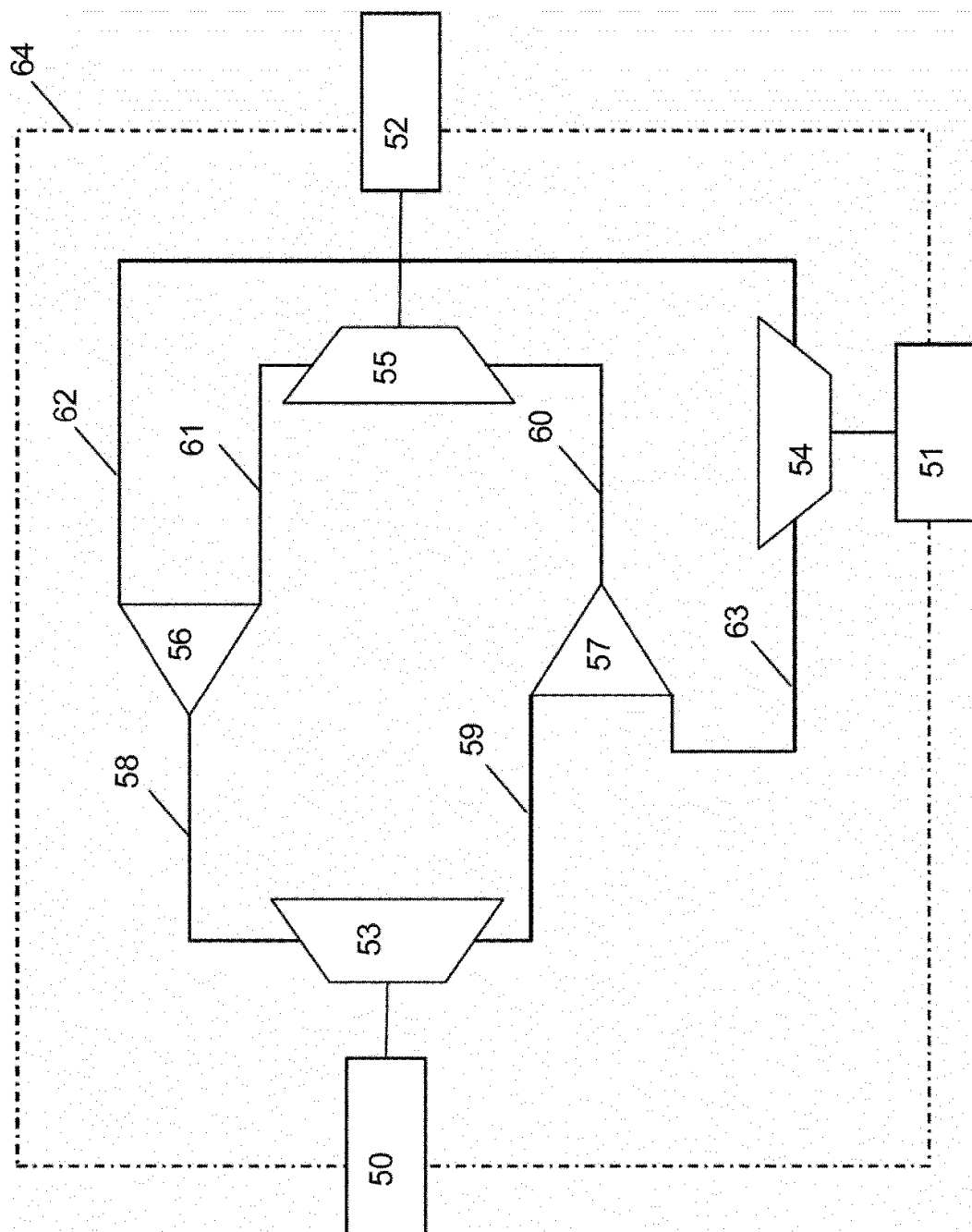


Fig. 6

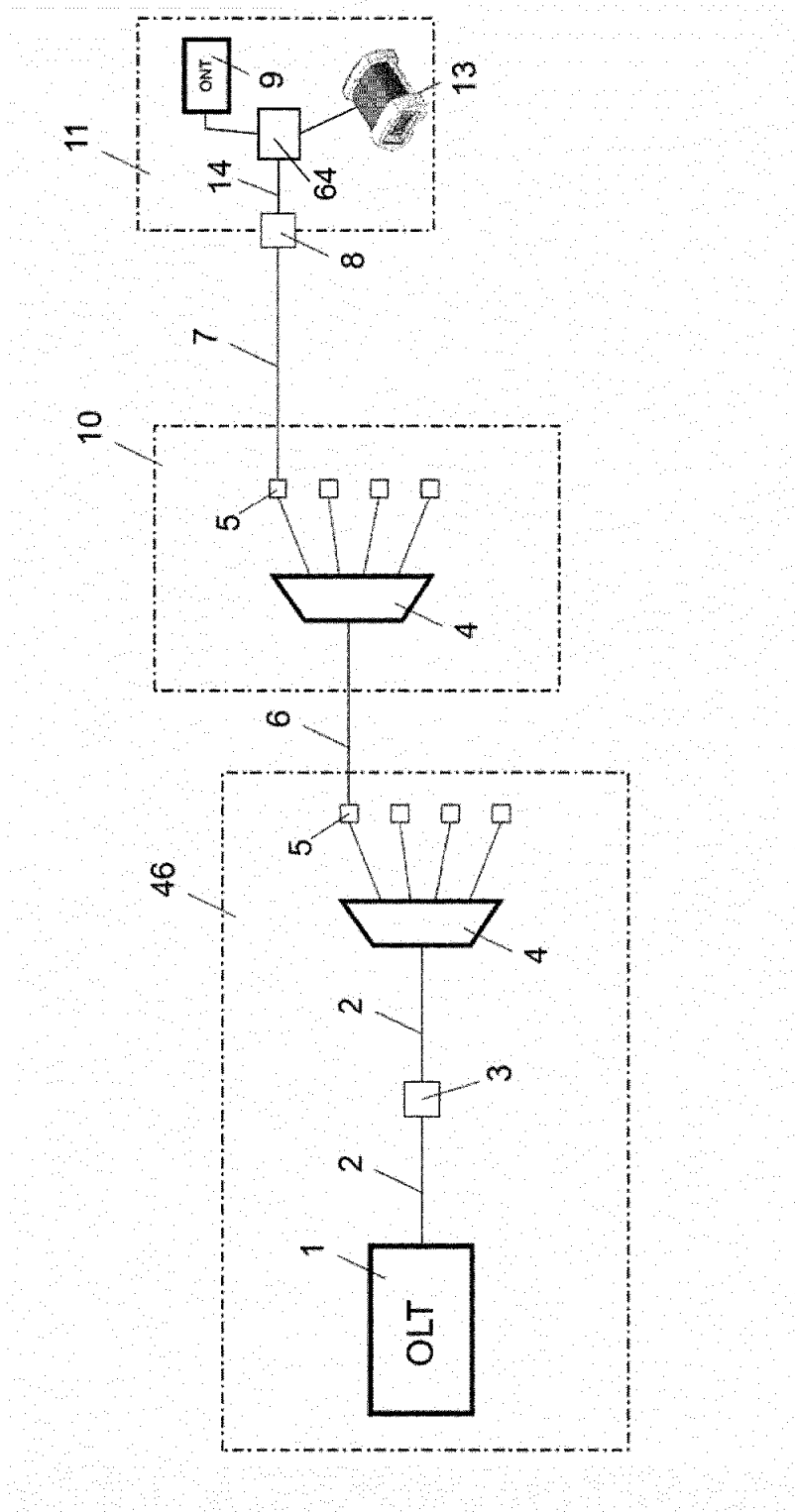


Fig. 7