

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 992**

51 Int. Cl.:

**H04J 14/02** (2006.01)

**H04B 10/02** (2006.01)

**H04B 10/17** (2006.01)

**H04B 10/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00300950 .3**

96 Fecha de presentación: **07.02.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1035680**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.09.2000**

54 Título: **Sistema de transmisión de señales**

30 Prioridad:  
**12.03.1999 GB 9905731**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.07.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.07.2012**

73 Titular/es:  
**ERICSSON AB  
TORSHAMNSGATAN 23  
164 80 STOCKHOLM, SE**

72 Inventor/es:  
**Arnold, Philip Andrew;  
CALLAN, Paul y  
Claringburn, Harry Richard**

74 Agente/Representante:  
**de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 384 992 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 de transmisión de señales.

5 La invención se refiere a un sistema de transmisión de señales, y más concretamente a sistemas en los que una portadora óptica se usa para transportar tráfico de datos. Una serie de portadoras ópticas, cada una que tiene una longitud de onda diferente, se puede enviar desde un transmisor óptico a un receptor óptico a través de una guía de luz – tal técnica se denomina multiplex por división de longitud de onda (WDM), y cada portadora óptica capaz de transportar tráfico se denomina comúnmente un canal.

10 Los Multiplexores de Inserción/Extracción Ópticos (OADM) y los Conmutadores Cruzados Ópticos (OXS), ambos de los cuales comprenden una unidad de conmutación óptica, transportan múltiples señales de tráfico sobre los canales ópticos los cuales son transmitidos o recibidos cada uno en una longitud de onda diferente a través de una o un par de fibras ópticas. Cada OADM y OXC tiene al menos dos de tales puertos multiplexados por división de longitud de onda (WDM) los cuales se pueden configurar para insertar y extraer señales desde y a puertos tributarios o pasar las señales directamente a través de un puerto de WDM a otro.

15 Una configuración común para una red de OADM u OXS es un anillo cerrado porque ofrece un camino alternativo para cada conexión permitiendo protección contra fallos de la fibra óptica. Para compensar la pérdida de las fibras de interconexión y de los componentes ópticos dentro del OADM u OXS, contiene amplificadores ópticos. En un sistema que contiene amplificación y un camino de realimentación, la ganancia de bucle debe ser mantenida en menos que la unidad ya que de otro modo sucederá oscilación indeseada.

20 Bajo condiciones de fallo, la ganancia de bucle del anillo puede elevarse por encima de la unidad, provocando inestabilidad y malfuncionamiento del anillo. La presente invención busca proporcionar un sistema de transmisión de señales en el que esta dificultad es reducida.

25 De acuerdo con la invención hay proporcionado un sistema de transmisión de señales que tiene una pluralidad de portadoras ópticas de multiplexación por división de longitud de onda cada una que tiene una longitud de onda óptica respectiva. El sistema comprende una pluralidad de unidades de conmutación ópticas conectadas en un anillo; medios de detección presentes en una unidad de conmutación óptica para detectar una presencia o ausencia de cada una de la pluralidad de portadoras ópticas; y medios para controlar separadamente una ganancia del anillo en cada una de la pluralidad de longitudes de onda ópticas. Los medios de control son sensibles a la detección de la ausencia de una portadora óptica y son operables para controlar la ganancia del anillo en esa longitud de onda de la portadora óptica para que sea menor que la unidad. Cada unidad de conmutación óptica incluye un multiplexor de canal, y en la que los medios de detección están situados en cada camino de canal de entrada de dicho multiplexor. El sistema además comprende una adaptación de control automático de ganancia para ajustar un nivel de una portadora óptica que se detecta como que está presente. La adaptación de control automático de ganancia se ajusta a una pérdida máxima cuando es detectada una portadora óptica como que está ausente, para permitir que la ganancia del canal de esa portadora óptica sea reducida.

35 El dispositivo de ganancia/pérdida variable incluye un amplificador óptico de ganancia variable y/o un atenuador óptico variable.

40 Preferentemente los medios para detectar la presencia o ausencia de cada una de la pluralidad de portadoras ópticas están situados en una entrada a la adaptación de AGC para cada portadora óptica. Ventajosamente el detector de potencia óptica para medir la potencia de cada uno de la pluralidad de medios de portadoras ópticas forma parte de los medios para detectar la presencia o ausencia de una portadora óptica y en el que la detección de una ausencia de una portadora se señala a la siguiente unidad de conmutación óptica en el anillo para hacerla reducir su ganancia óptica para esa portadora.

Preferentemente la velocidad del bucle de control de la adaptación de AGC se hace suficientemente baja para evitar acaparar la potencia por una portadora óptica que sufre perturbaciones transitorias.

45 La oscilación en un canal óptico, la cual se puede inducir por el control automático de ganancia en ausencia de una portadora óptica, puede afectar adversamente a otros canales ópticos debido a los efectos no lineales, acaparar la potencia en los amplificadores y diafonía a partir de la oscilación de potencia posiblemente alta. Incluso si la ganancia de bucle del anillo es menor que la unidad la Emisión Espontánea del Amplificador (ASE) puede acumularse en canales que no transportan una señal óptica normal a un nivel que puede interferir con los canales adyacentes.

50 La unidad de conmutación óptica puede ser un OADM o un OXC u otro equivalente, y la siguiente discusión de OADM es aplicable a tales equivalentes.

55 En OADM que pueden ser reconfigurados (es decir cambios en los canales añadidos, extraídos y pasados a través) es aconsejable algún grado de control automático de ganancia (AGC) para mantener la potencia de los canales ópticos individuales en un nivel considerablemente fijo. Se deberían tomar precauciones para asegurar que el

funcionamiento del AGC no eleva la ganancia total de cualquier canal óptico a un valor en que la oscilación o un nivel destructivo de acumulación ASE ocurre bajo cualesquiera condiciones. Los efectos transitorios pueden ser también un problema significativo en redes lineales y en anillo de OADM resultantes tanto de cambios deliberados en el número de canales que se transportan como durante situaciones de fallo. Consideremos el caso cuando un canal no tiene presente en él señal óptica. La función de AGC en ese canal en cada OADM se ajustaría a sí misma a ganancia máxima/pérdida mínima en un intento de mantener el nivel de potencia. Cuando una señal se enciende para ese canal la ganancia en cada OADM será mayor que la requerida hasta que los bucles de control AGC tengan tiempo de responder. Durante este transitorio esta señal en cada OADM será elevada a un nivel incrementalmente alto en el cual acapará la potencia disponible de los amplificadores ópticos, reduciendo los niveles de señal de canales preexistentes y afectando adversamente el tráfico en ellos. La transición existe hasta que los bucles de control AGC se asientan a sus potencias de salida objetivo y los bucles de control del amplificador óptico se acomodan a la potencia de salida total aumentada. Aunque este efecto puede ser aliviado parcialmente ascendiendo lentamente la potencia de la nueva fuente de señal óptica esto sitúa restricciones en las constantes de tiempo de los diversos amplificadores y los bucles de control de AGC. Bajo situaciones de fallo aumentar la potencia de la fuente puede no ser posible.

Estas dificultades se reducen por la presente invención.

En "Arquitecturas de red en anillo de supervivencia de longitud de onda múltiple" por A.F. Elrefaie, Actas de la Conferencia Internacional en Comunicaciones (ICC), Ginebra, 23 – 26 de mayo de 1993 Vol. 3, páginas 1245 – 1251, IEEE, hay revelada una red en anillo de autoregeneración que usa WDM, XP010136979.

La EP0297504 revela un transmisor óptico multiplexado de longitud de onda.

La W09706616 revela un sistema de multiplexación por división de longitud de onda el cual está configurado para insertar y/o extraer canales de longitud de onda particulares.

La EP0903882 revela una técnica para proteger contra emisión de láser en una red en anillo WDM.

La invención es además descrita por medio del ejemplo con referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

La Figura 1 muestra parte de un sistema de transmisión de señal de acuerdo con la presente invención, y  
Las Figuras 2 y 3 muestran configuraciones alternativas de parte del sistema en mayor detalle.

Con referencia a la Figura 1, hay mostrado allí dentro solo parte de un sistema de transmisión de señales en el cual una pluralidad de unidades de conmutación ópticas que comprenden OADM y OXC están conectadas en un anillo cerrado bidireccional. Solamente se muestra una única unidad de conmutación óptica. La figura ilustra solo un camino de señal unidireccional para una señal óptica WDM desde un puerto WDM de entrada 1 a un puerto de salida WDM 2 a través de un conmutador óptico 3, el cual puede ser parte de un OADM o un OXC según pueda ser el caso. En la práctica, un OADM tendría normalmente la misma configuración repetida para transportar también señales en la dirección opuesta a aquella ilustrada. Los OXC normalmente tendrán una multiplicidad de puertos de entrada y salida interconectados por un conmutador óptico más complicado.

El sistema se describe primero suponiendo que funciona bajo condiciones libres de fallos. El puerto de entrada 1 está conectado a una adaptación de AGC 4 la cual mantiene una potencia constante por canal (es decir, longitud de onda óptica) en el punto 5 independientemente de la potencia de entrada por canal en el puerto 1. Típicamente la señal de entrada en el puerto 1 contiene al menos ocho canales ópticos, cada uno en una longitud de onda óptica diferente. Un amplificador óptico 6 funciona en un régimen de ganancia controlada que tiene una respuesta en frecuencia plana para amplificar cada canal óptico igualmente, dando por ello una potencia constante por canal en el punto 7. Un desmultiplexor 8 separa los canales ópticos por longitud de onda sobre guía ondas ópticas individuales 9 para conexión cruzada por medio del conmutador óptico 3. Los puertos de entrada y salida 16 del conmutador óptico permiten que sean insertados o extraídos canales. Las salidas del conmutador óptico 3 serán de diferentes entradas dependiendo de la configuración de manera que la potencia óptica por canal 10 tiene alguna variación. Una adaptación AGC adicional 11 mantiene una potencia constante por canal en los puntos 12.

Estos canales se combinan dentro de una señal WDM por el multiplexor óptico 13. La pérdida, o atenuación de señal introducida por el multiplexor 13 es considerablemente constante para cada canal óptico y el amplificador óptico 14 funciona en un régimen de ganancia controlada de manera que la potencia óptica por canal en el puerto de salida 2 se mantiene considerablemente constante. El efecto combinado de las adaptaciones de AGC 4 y 11 y los amplificadores de ganancia controlada 6 y 14 asegura que la ganancia desde la salida de un OADM (un OADM que se muestra en la Figura 1) a través de una sección de la fibra de interconexión 15 a la salida del siguiente OADM es nominalmente la unidad con una dispersión pequeña. Donde el tráfico es transportado en un anillo debe haber al menos dos nodos (los nodos fuente y sumidero del tráfico) donde los conmutadores ópticos están en la configuración de inserción/extracción. La pérdida a través del conmutador en la configuración de inserción/extracción es grande, típicamente 30 dB, la cual, para ambos nodos significa que la ganancia de bucle es reducida en 60 dB. Esto es mucho mayor que la suma del caso peor de la dispersión de ganancia anterior nominal para todos los saltos

en el anillo. La ganancia de bucle del anillo se garantiza por lo tanto que sea mucho menor que la unidad.

El puerto 1 también recibe un canal óptico supervisor que no transporta tráfico, y se usa para propósitos de señalización y gestión. Esto se extrae por la unidad de extracción de canal de supervisión 17, y su información de señalización se encamina a la lógica de control 18, la cual está vinculada con el funcionamiento del conmutador óptico 3, y las adaptaciones de AGC 11. Una función de la lógica de control se describe en conexión con la Figura 3. La lógica de control 18 reformatea el canal supervisor y lo inserta mediante una unidad de inserción de canal de supervisión 19 sobre el puerto de salida 2.

Considerando las situaciones de fallo, si la fuente de una señal óptica falla, la adaptación de AGC 11 que forma parte de ese canal aumentaría su ganancia en un intento de mantener una potencia constante en el punto 12. Esto ocurriría en cada OADM en el anillo posterior al fallo de manera que la ganancia a través de este canal que falla se aumentaría considerablemente, digamos en X dB. La ganancia de bucle total en un anillo de N OADM se aumentaría por  $N \times X$  dB. Como ejemplo, tomemos  $X = 10$  dB y  $N = 8$ , entonces la ganancia de bucle aumentaría en 80 dB lo cual es más que la pérdida de los conmutadores ópticos en los nodos fuente y sumidero. La ganancia de bucle alrededor del anillo sería mucho mayor que la unidad de manera que la oscilación entonces ocurriría en la longitud de onda de este canal óptico.

Para evitar esta dificultad, la adaptación de AGC 11 incluye medios para detectar que su señal de entrada óptica está ausente, y en respuesta a esa anulación el mecanismo de control de ganancia la ajusta a la ganancia mínima. Las Figuras 2 y 3 muestran adaptaciones alternativas para lograr este estado.

Con referencia a la Figura 2, el puerto de entrada 10 está conectado al puerto de salida 12 a través de un dispositivo de ganancia/pérdida variable 20. El puerto 12 está conectado también a través de un detector de potencia óptica 21 a una unidad de control 22 la cual ajusta la ganancia o pérdida del dispositivo 20, para comprender un bucle de realimentación. Un detector de potencia óptica adicional 23 en el puerto de entrada 10 alimenta un detector de umbral 24, de manera que cuando el nivel de potencia óptica en el puerto 10 cae por debajo de un valor umbral (la condición falla) la salida de un comparador 24 cambia de estado. El valor umbral se fija por la entrada de referencia 25 y es este umbral el que determina el nivel en el cual está presente o ausente un canal de entrada. Si es necesario, el umbral se puede ajustar para determinar un nivel óptimo para la fiabilidad de la operación. El comparador 24 proporciona una entrada adicional a la unidad de control 22 para deshabilitar el bucle de realimentación, y forzar al dispositivo de ganancia/perdida variable 20 a su ganancia más baja o pérdida máxima. En la práctica, el dispositivo 20 puede ser un amplificador de ganancia variable que tiene una característica de ganancia que es plana a través de la banda de longitud de onda de interés, o alternativamente puede ser un atenuador variable seguido por un amplificador de ganancia prefijada.

Con referencia a la Figura 3, se muestra una adaptación alternativa que evita la necesidad del segundo detector óptico 23 de la Figura 2. Además de ilustrar la adaptación de AGC 11, muestra modificaciones para la unidad de conmutación óptica de la Figura 1. Un bucle de realimentación comprende un dispositivo de ganancia/pérdida variable 30, un detector de potencia óptico 31, y una unidad de control 32, de una manera similar a la Figura 2. El detector óptico 31 está acoplado a una entrada de un comparador 33 cuya salida cambia el estado a la condición de fallo si la potencia óptica en el punto 12 es menor que el valor que el bucle de AGC está intentando que sea mantenido. Este mecanismo no se puede usar directamente para fijar el bucle de AGC a la ganancia mínima/pérdida mínima porque la recuperación de esta condición no sería posible. La condición de fallo se señala al siguiente OADM en el anillo a través de un transmisor de canal de supervisión 34. El canal de supervisión se puede transportar en un canal óptico adicional a aquel tráfico de transporte, conocido como un canal de supervisión óptico, o por otros medios. El siguiente OADM en el anillo extrae la condición señalada de los canales ópticos por medio del receptor de canal de supervisión 17 y por el conocimiento de la configuración del conmutador óptico puede determinar en la lógica de control 18 si el canal óptico que falló está conectado a uno de sus dispositivos de ganancia/pérdida variable 30. Si es así, la lógica de control 18 anula la pérdida de AGC forzándolo a ajustar el dispositivo de ganancia/pérdida variable 30 a la ganancia más baja/pérdida máxima. La condición de fallo se señala en el siguiente OADM como antes en el canal de supervisión a través de la unidad de inserción del canal de supervisión 34.

El resultado es que la adaptación de AGC 11 en el primer OADM que detecta la condición de fallo se ajusta a la ganancia más alta/pérdida mínima pero todas las adaptaciones de AGC 11 para este canal que falla en los OADM posteriores están ajustadas a la ganancia más baja/pérdida máxima. La ganancia total alrededor del anillo se mantiene por lo tanto considerablemente menor que la unidad.

En ambas Figuras 2 y 3 el elemento de ganancia/pérdida variable puede ser un amplificador óptico (Amplificador Óptico de Semiconductores, o Amplificador de Fibra Dopado con Erblio) o un atenuador óptico controlado eléctricamente.

Ambas de estas soluciones también reducen extremadamente el efecto de los cambios transitorios de potencia dado que a lo sumo un OADM, u otra unidad de conmutación óptica, está funcionando a la máxima ganancia y todos los OADM consecutivos actúan a máxima pérdida hasta después de que se aplica la nueva señal. La velocidad del bucle de control AGC es diseñada de manera que cuando una nueva señal es detectada eleva la amplitud

suficientemente lentamente para permitir a los amplificadores ópticos acomodarse al incremento de potencia de salida requerida sin afectar a los canales preexistentes.

**REIVINDICACIONES**

- 5 **1.** Un sistema de transmisión de señal que tiene una pluralidad de portadoras ópticas múltiplex por división de longitud de onda (WDM) cada una que tiene una longitud de onda óptica respectiva, el sistema comprende: una pluralidad de unidades de conmutación ópticas conectadas en un anillo; medios de detección (11) presentes en una unidad de conmutación óptica para detectar una presencia o ausencia de cada una de la pluralidad de portadoras ópticas; y medios (1) para controlar separadamente una ganancia del anillo en cada una de la pluralidad de longitudes de ondas ópticas, dichos medios de control que son sensibles a la detección de la ausencia de una portadora óptica y que es operable para controlar la ganancia del anillo a esa longitud de onda de la portadora óptica para ser menor que la unidad;
- 10 en el que cada unidad de conmutación óptica incluye un multiplexor de canal (13), y en el que dichos medios de detección (11) están situados en cada camino de canal de entrada de dicho multiplexor (13);
- que además comprende una adaptación de control automático de ganancia (11) para ajustar un nivel de una portadora óptica que es detectada como que está presente;
- 15 en el que dicha adaptación de control automático de ganancia (11) se ajusta a una pérdida máxima cuando se detecta una portadora óptica como que está ausente, para permitir que la ganancia del canal de esa portadora óptica sea reducida.
- 2.** El sistema como se reivindica en la reivindicación 1, en el que dicha adaptación de control automático de ganancia (11) incluye un amplificación óptico de ganancia variable.
- 20 **3.** El sistema como se reivindica en la reivindicación 1, en el que dicha adaptación de control automático de ganancia (11) incluye un atenuador óptico variable.
- 4.** El sistema como se reivindica en la reivindicación 1, que además comprende medios (23) para detectar una presencia o ausencia de una entrada a la adaptación de control automático de ganancia (20) para cada portadora óptica.
- 25 **5.** El sistema como se reivindica en la reivindicación 1, en el que un detector óptico (31) forma parte de la adaptación de control automático de ganancia y forma parte de los medios de detección, y en el que la detección de una ausencia se señala a la siguiente unidad de conmutación óptica en el anillo para hacerle reducir su ganancia óptica para esa portadora.
- 30 **6.** El sistema como se reivindica en la reivindicación 1, en el que la adaptación de control automático de ganancia (11) tiene una velocidad de bucle de control que se hace suficientemente lenta para impedir un acaparamiento de potencia por una portadora óptica que sufre perturbaciones transitorias.
- 7.** Una unidad de conmutación óptica para un sistema de transmisión de señales que tienen una pluralidad de unidades de conmutación ópticas conectadas en un anillo y que tienen una pluralidad de portadoras ópticas múltiplex por división de longitud de onda (WDM) cada una que tiene una longitud de onda óptica respectiva, la unidad de conmutación óptica que comprende:
- 35 medios de detección (11) para detectar una presencia o ausencia de cada una de la pluralidad de portadoras ópticas; y medios (1) para controlar separadamente una ganancia del anillo en cada una de la pluralidad de longitudes de ondas ópticas, dichos medios de control que es sensible a la detección de la ausencia de una portadora óptica y que es operable para controlar la ganancia del anillo en esa longitud de onda de la portadora óptica para que sea menor que la unidad;
- 40 un multiplexor de canal (13) y en el que dichos medios de detección (11) se sitúan en cada camino de canal de entrada de dicho multiplexor (13);
- que además comprende una adaptación control automático de ganancia (11) para ajustar un nivel de una portadora óptica que se detecta que está presente;
- 45 en el que dicha adaptación de control automático de ganancia (11) se fija a una pérdida máxima cuando se detecta una portadora óptica como que está ausente, para permitir que la ganancia del canal de la portadora óptica se reduzca.
- 8.** La unidad de conmutación óptica como se reivindica en la reivindicación 7, que además comprende medios (23) para detectar una presencia o ausencia de una entrada a la adaptación de control automático de ganancia (20) para cada portadora óptica.
- 50 **9.** La unidad de conmutación óptica como se reivindica en la reivindicación 7, en la que el detector óptico (31) forma parte de la adaptación de control automático de ganancia y forma parte de los medios de detección, y en donde la detección de una ausencia se señala a la siguiente unidad de conmutación óptica en el anillo para hacerle

reducir su ganancia óptica para esa portadora.

**10.** La unidad de conmutación óptica como se reivindica en la reivindicación 7, en la que la adaptación de control automático de ganancia (11) tiene una velocidad de bucle de control la cual se hace suficientemente lenta para evitar acaparar potencia por una portadora óptica que sufre perturbaciones transitorias.

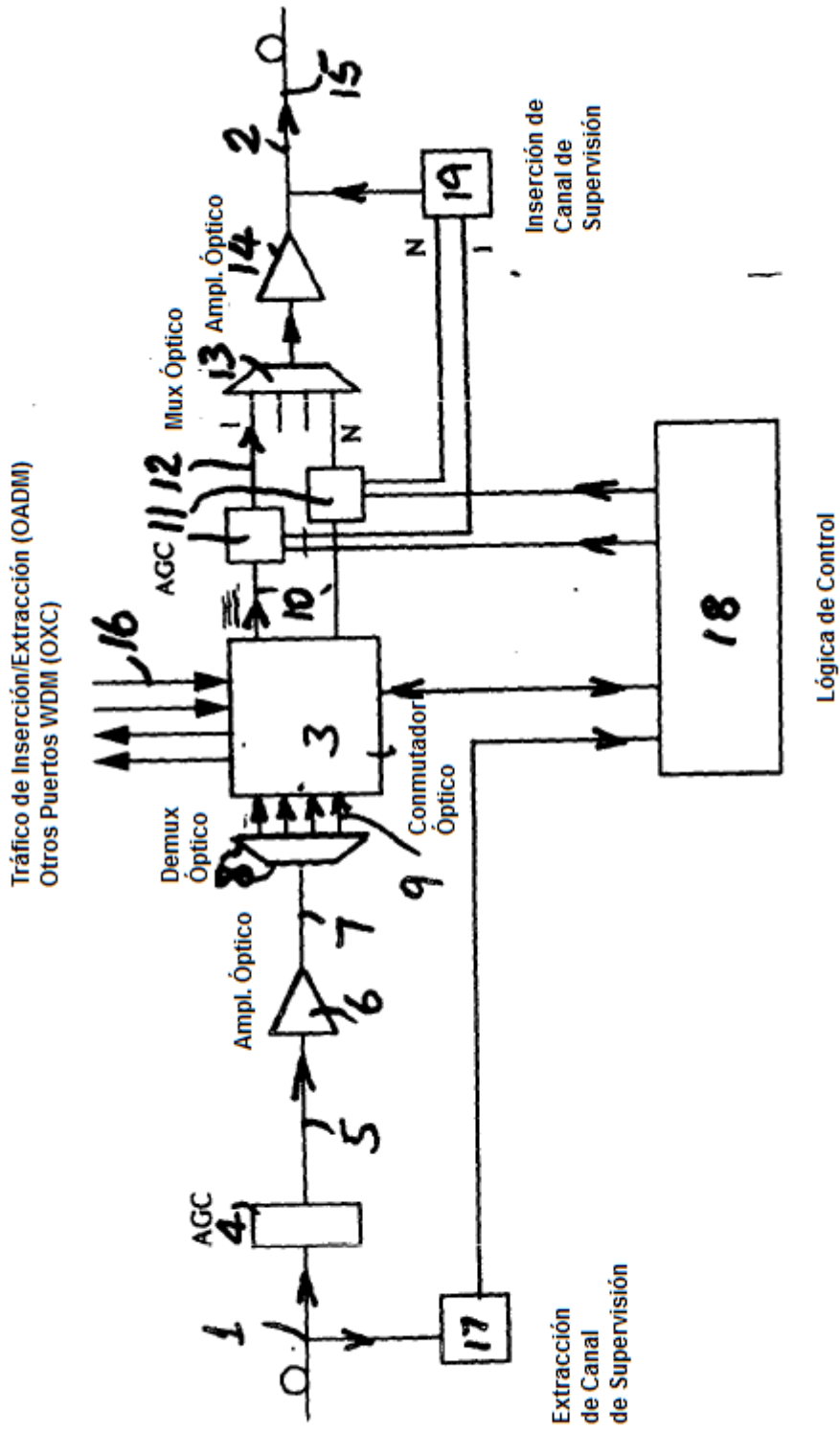


Fig 1



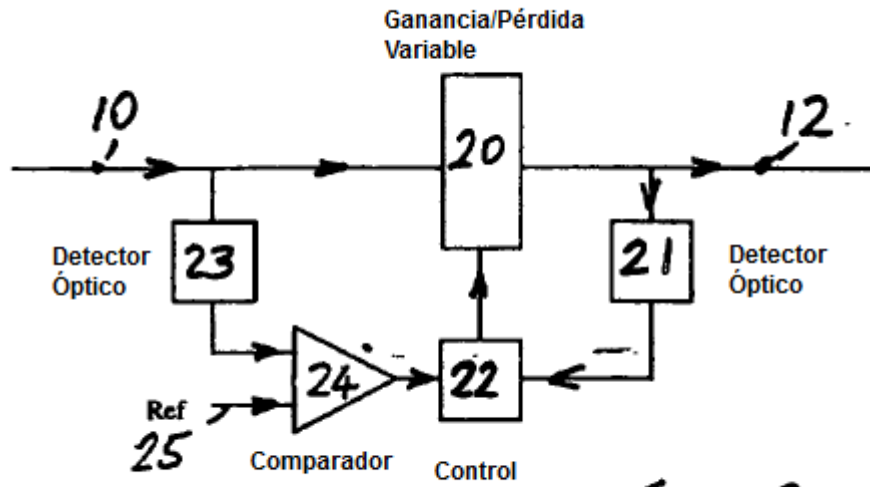


Fig 2

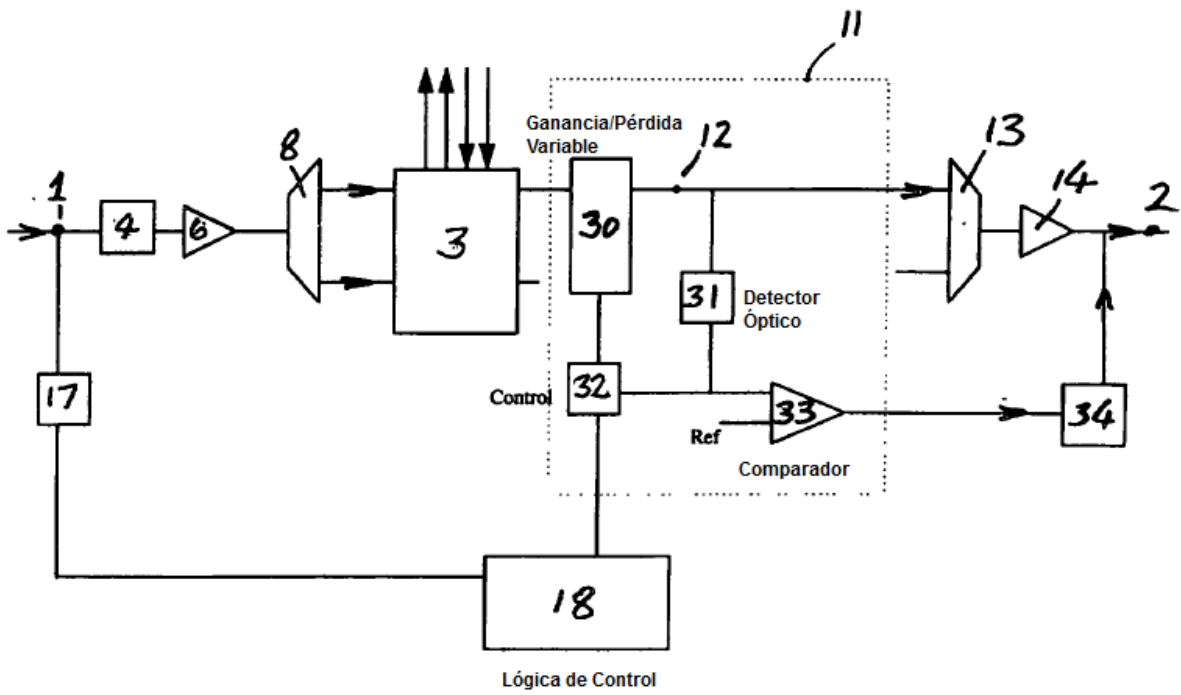


Fig 3