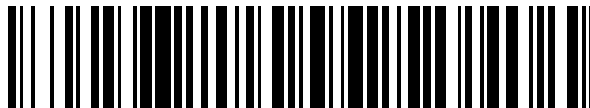


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 844**

51 Int. Cl.:

**H04Q 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2015 E 15163135 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2017 EP 2938094**

54 Título: **Red de centro de datos y método para desplegar la red de centro de datos**

30 Prioridad:

**24.04.2014 CN 201410168078**

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

**26.12.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**YAN, QINGHUA**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 647 844 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

Red de centro de datos y método para desplegar la red de centro de datos.

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a las tecnologías de comunicación de red y, en particular, a una red de centro de datos y a un método para desplegar la red de centro de datos.

Antecedentes

10 Las redes de comunicaciones globales son testigo de una tendencia hacia la construcción de redes centradas en un centro de datos. Existe un gran cambio en el modelo de tráfico de red en la era de la computación en la nube, con un 16% del tráfico en redes de operador, 14% del tráfico en redes de empresas, y el 70% restante del tráfico que fluye al interior de los centros de datos. Un crecimiento exponencial del tráfico del centro de datos y ancho de banda ha estado mucho más allá de las expectativas de las personas en una red tradicional. Un ancho de banda amplio y la capacidad de alta extensibilidad se han convertido en las demandas principales de los clientes de centros de datos. Un cuello de botella en la construcción de red de centro de datos también es cada vez más evidente.

15 La Figura 1 es un diagrama esquemático de una estructura de red de un centro de datos de gran escala existente. En el presente centro de datos, todos los servidores pueden conectarse para interactuar solamente mediante el uso de conmutadores en una capa de acceso, una capa de convergencia y una capa de núcleo, y la expansión de la escala de red se encuentra limitada por las capacidades de los conmutadores de núcleo, lo cual dificulta satisfacer las necesidades del desarrollo futuro del servicio.

20 Además, en una red física del centro de datos existente, un conmutador de acceso y un conmutador de convergencia se conectan, de manera directa, mediante el uso de una fibra óptica, y cada par de puertos ocupa un par de fibras ópticas. Si la escala de red es relativamente grande, se requieren miles de pares de fibras que se conectan, lo cual no solo aporta un serio desafío al espacio físico de una sala de equipos, sino que también trae una gran dificultad en el funcionamiento y mantenimiento como, por ejemplo, la solución de problemas. Además, numerosos puertos en el centro de datos provocan un aumento de módulos ópticos requeridos, los cuales se conectan mediante el uso de fibras ópticas multimodo y multi-núcleo. Los costes de personalización y costes de conectores de las fibras ópticas multi-núcleo son muy altos, y los costes de cableado son incluso 3 a 4 veces los costes de los módulos ópticos.

25 Por lo tanto, es necesario proveer una nueva red de centro de datos que pueda estar más allá de una limitación de las capacidades del conmutador de núcleo, reducir el número de fibras ópticas en la red de centro de datos, ahorrar espacio de la sala de equipos, simplificar las funciones de mantenimiento en la red de centro de datos, y reducir los costes de construcción de la red de centro de datos.

30 CSERNAI MARTON Y OTROS, "Reducing cabling complexity in large flattened butterfly networks by an order of magnitude", OFC 2014, OSA, (20140309), doi:10.1109/OFC.2014.6886738, PÁGINA 1 - 3, XP032633423, describe una topología de mariposa aplanada que puede usarse para reducir la complejidad del cableado mediante un orden de magnitud sin sacrificar un aumento en la complejidad de plano de control.

Compendio

La presente invención provee una red de centro de datos y un método para desplegar la red de centro de datos, los cuales pueden reducir el número de fibras ópticas en la red de centro de datos, simplificar las funciones de mantenimiento en la red de centro de datos, y reducir los costes de construcción de la red de centro de datos.

40 Un primer aspecto de la presente invención provee una red de centro de datos, que incluye: un grupo de conmutadores de núcleo, m grupos de mallas reticulares de guías de onda en matrices cíclicas CAWG, y m grupos de conmutadores de borde, donde los m grupos CAWG y los m grupos de conmutadores de borde se encuentran en una correspondencia uno a uno, los m grupos CAWG incluyen un primer grupo CAWG, y los m grupos de conmutadores de borde incluyen un primer grupo de conmutadores de borde, donde el primer grupo de conmutadores de borde es cualquiera de los m grupos de conmutadores de borde, y el primer grupo CAWG es un grupo CAWG correspondiente al primer grupo de conmutadores de borde;

el grupo de conmutadores de núcleo incluye k conmutadores de núcleo;

50 el primer grupo CAWG incluye  $2 \times Y \times N \times N$  CAWG, donde las  $2 \times Y$  CAWG incluyen Y CAWG de enlace ascendente e Y CAWG de enlace descendente, las Y CAWG de enlace ascendente se conectan a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo, de forma separada, mediante el uso de un enlace ascendente óptico, y las Y CAWG de enlace descendente se conectan a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo, de forma separada, mediante el uso de un enlace descendente óptico; y

el primer grupo de conmutadores de borde incluye múltiples conmutadores de borde; cada conmutador de borde de los múltiples conmutadores de borde se conecta a una CAWG de enlace ascendente y a una CAWG de enlace

descendente en el primer grupo CAWG de forma separada; y cada uno de un número de conmutadores de borde en el primer grupo de conmutadores de borde, un número de puertos de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde, y  $k$  es menor que o igual a  $N$ .

5 Con referencia al primer aspecto, en una primera manera de implementación del primer aspecto, el primer grupo de conmutadores de borde además incluye múltiples grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde que corresponden, de forma separada, a los múltiples conmutadores de borde en el primer grupo de conmutadores de borde, y cada grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde incluye al menos un multiplexor/demultiplexor óptico de borde; y

10 que cada conmutador de borde de los múltiples conmutadores de borde se conecta a una CAWG de enlace ascendente y a una CAWG de enlace descendente en el primer grupo CAWG de forma separada incluye: cada conmutador de borde se conecta a la CAWG de enlace ascendente en el primer grupo CAWG mediante el uso de un grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente y un enlace ascendente óptico conectado al grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde, y cada conmutador de borde se conecta a la CAWG de enlace descendente en el primer grupo CAWG mediante el uso del grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde y un enlace descendente óptico conectado al grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde.

15 Con referencia a la primera manera de implementación del primer aspecto, en una segunda manera de implementación del primer aspecto, la red de centro de datos además incluye  $m$  grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo, donde los  $m$  grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo y los  $m$  grupos CAWG se encuentran en una correspondencia uno a uno, y los  $m$  grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo incluyen un primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo, donde el primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo es cualquiera de los  $m$  grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo, y el primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo corresponde al primer grupo CAWG;

20 el primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo incluye  $2*Y*N$  multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo, y  $N$  multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo corresponden a una CAWG de enlace ascendente o a una CAWG de enlace descendente;

25 que las  $Y$  CAWG de enlace ascendente se conectan a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo de forma separada mediante el uso de un enlace ascendente óptico incluye: cada CAWG de enlace ascendente de las  $Y$  CAWG de enlace ascendente se conecta a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo mediante el uso de  $N$  multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo que se conectan a cada CAWG de enlace ascendente mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos; y que las  $Y$  CAWG de enlace descendente se conectan a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo de forma separada mediante el uso de un enlace descendente óptico incluye: cada CAWG de enlace descendente se conecta a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo mediante el uso de  $N$  multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo que se conectan a cada CAWG de enlace descendente mediante el uso de enlaces descendentes ópticos.

30 Con referencia a la primera o segunda manera de implementación del primer aspecto, en una tercera manera de implementación del primer aspecto, un puerto de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde es un puerto 10GE, el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde incluye un multiplexor/demultiplexor óptico de borde,  $Y=1$ , el primer grupo CAWG incluye una CAWG de enlace ascendente y una CAWG de enlace descendente, el multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente a cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde se conecta a diferentes puertos de la CAWG de enlace ascendente de forma separada mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos, y el multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente a cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde se conecta a diferentes puertos de la CAWG de enlace descendente de forma separada mediante el uso de enlaces descendentes ópticos.

35 Con referencia a la primera o segunda manera de implementación del primer aspecto, en una cuarta manera de implementación del primer aspecto, un puerto de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde es un puerto  $H*10G$ , cada puerto se divide en  $H$  carriles, y las señales enviadas a través de los carriles tienen una misma longitud de onda; el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde incluye  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde; los  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde se conectan, de forma separada, a carriles de iguales números ordinales de cada puerto; el primer grupo CAWG incluye  $Y$  CAWG de enlace ascendente e  $Y$  CAWG de enlace descendente, donde  $Y=H$ ; y los  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes a cada conmutador de borde se conectan a las  $Y$  CAWG de enlace ascendente de forma separada mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos, y los  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes a cada conmutador de borde se conectan a las  $Y$  CAWG de enlace descendente de forma separada mediante el uso de enlaces descendentes ópticos.

40 Con referencia a la primera o segunda manera de implementación del primer aspecto, en una quinta manera de implementación del primer aspecto, un puerto de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de

borde es un puerto H\*10G, cada puerto se divide en H carriles, y las señales enviadas a través de los carriles corresponden a diferentes longitudes de onda; el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde incluye H multiplexores/demultiplexores ópticos de borde; los H multiplexores/demultiplexores ópticos de borde se conectan, de forma separada, a carriles de iguales números ordinales de cada puerto del conmutador de borde correspondiente; el primer grupo CAWG incluye una CAWG de enlace ascendente y una CAWG de enlace descendente; y los H multiplexores/demultiplexores ópticos de borde de cada conmutador de borde se conectan a H puertos de la CAWG de enlace ascendente de forma separada mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos, y los H puertos correspondientes a cada conmutador de borde se conectan a H puertos de la CAWG de enlace descendente de forma separada mediante el uso de enlaces descendentes ópticos.

Con referencia a la primera o segunda manera de implementación del primer aspecto, en una sexta manera de implementación del primer aspecto, un puerto de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde es un puerto H\*10G, cada puerto se divide en H carriles, y las señales enviadas a través de los carriles corresponden a diferentes longitudes de onda; el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde incluye dos multiplexores/demultiplexores ópticos de borde, donde un multiplexor/demultiplexor óptico de borde se conecta a carriles de cada puerto del conmutador de borde correspondiente, y el otro multiplexor/demultiplexor óptico de borde se conecta al resto de H-L carriles de cada puerto del conmutador de borde correspondiente; el primer grupo CAWG incluye una CAWG de enlace ascendente y una CAWG de enlace descendente; y los dos multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes a cada conmutador de borde se conectan a dos puertos de la CAWG de enlace ascendente de forma separada mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos, y los dos multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes a cada conmutador de borde se conectan a dos puertos de la CAWG de enlace descendente de forma separada mediante el uso de enlaces descendentes ópticos.

Con referencia a la primera o segunda manera de implementación del primer aspecto, en una séptima manera de implementación del primer aspecto, un puerto de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde es un puerto H\*10G, cada puerto se divide en H carriles, y las señales enviadas a través de los carriles corresponden a diferentes longitudes de onda; el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde incluye un multiplexor/demultiplexor óptico de borde, y el multiplexor/demultiplexor óptico de borde se conecta a todos los H carriles de cada puerto del conmutador de borde correspondiente; el primer grupo CAWG incluye una CAWG de enlace ascendente y una CAWG de enlace descendente; y el multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente a cada conmutador de borde se conecta a un puerto de la CAWG de enlace ascendente mediante el uso de un enlace ascendente óptico, y el multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente a cada conmutador de borde se conecta a un puerto de la CAWG de enlace descendente mediante el uso de un enlace descendente óptico.

Con referencia al primer aspecto y a cualquiera de la primera a la séptima maneras de implementación del primer aspecto, en una octava manera de implementación del primer aspecto, si los múltiples conmutadores de borde en el primer grupo de conmutadores de borde no pueden procesar una señal de multiplexación por división de longitud de onda WDM, el primer grupo de conmutadores de borde además incluye múltiples aparatos de conversión óptica-eléctrica correspondientes a los múltiples conmutadores de borde, donde cada aparato de conversión óptica-eléctrica se configura para convertir una señal eléctrica o una señal óptica que se envía por un conmutador de borde conectado al aparato de conversión óptica-eléctrica en una señal de multiplexación por división de longitud de onda WDM, y enviar la señal WDM a un multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente.

Un segundo aspecto de la presente invención provee un método para desplegar una red de centro de datos, donde la red de centro de datos es la red de centro de datos según el primer aspecto y cualquiera de la primera a la octava maneras de implementación del primer aspecto, y el método incluye: proveer un grupo de conmutadores de núcleo, m grupos de mallas reticulares de guías de onda en matrices cíclicas CAWG, y m grupos de conmutadores de borde, donde los m grupos CAWG y los m grupos de conmutadores de borde se encuentran en una correspondencia uno a uno, los m grupos CAWG incluyen un primer grupo CAWG, y los m grupos de conmutadores de borde incluyen un primer grupo de conmutadores de borde, y el primer grupo de conmutadores de borde comprende múltiples conmutadores de borde; donde el primer grupo de conmutadores de borde es cualquiera de los m grupos de conmutadores de borde, y el primer grupo CAWG es un grupo CAWG correspondiente al primer grupo de conmutadores de borde; y el primer grupo CAWG incluye  $2^*Y$  N\*N CAWG, y las  $2^*Y$  CAWG incluyen Y CAWG de enlace ascendente e Y CAWG de enlace descendente; las Y CAWG de enlace ascendente se conectan a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo, de forma separada, mediante el uso de un enlace ascendente óptico;

las Y CAWG de enlace descendente se conectan a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo, de forma separada, mediante el uso de un enlace descendente óptico; y

cada conmutador de borde de los múltiples conmutadores de borde se conecta a una CAWG de enlace ascendente y a una CAWG de enlace descendente en el primer grupo CAWG de forma separada.

Según la presente invención, los grupos de mallas reticulares de guías de onda en matrices cíclicas CAWG se usan para desplegar una red de centro de datos, la cual puede reducir, de manera sustancial, el número de fibras ópticas requeridas para la interconexión de redes y además reducir los costes de cableado. Además, dado que el número de fibras ópticas requeridas se reduce de forma sustancial, se resuelve el cuello de botella del cableado en una sala de equipos, y se simplifica el despliegue físico de dispositivos. Además, dado que una CAWG se usa como un dispositivo intermedio para conectar un conmutador de borde y un conmutador de núcleo, la expansión de la capacidad del puerto en un conmutador puede implementarse simplemente conectando un rabillo de fibra a un multiplexor/demultiplexor óptico de borde, sin necesidad de desplegar las fibras del conducto a lo largo de las salas de equipos, lo cual hace conveniente la expansión y el mantenimiento de la capacidad de la red.

5

10 Breve descripción de los dibujos

Con el fin de describir las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención o en la técnica anterior de forma más clara, a continuación se introducen brevemente los dibujos anexos requeridos para describir las realizaciones o la técnica anterior. De manera aparente, los dibujos anexos en la siguiente descripción muestran simplemente algunas realizaciones de la presente invención, y una persona con experiencia ordinaria en la técnica puede derivar otros dibujos a partir de dichos dibujos anexos sin esfuerzos creativos.

15

La Figura 1 es un diagrama estructural esquemático de una red de centro de datos en la técnica anterior;

la Figura 2 es un diagrama esquemático de un principio de funcionamiento de una malla reticular de guías de onda en matriz cíclica;

20 la Figura 3 es un diagrama estructural esquemático de una red de centro de datos según una realización de la presente invención;

la Figura 4 es un diagrama esquemático de una conexión entre un grupo de conmutadores de borde  $4_b$  y un grupo de conmutadores de núcleo 1 según una realización de la presente invención;

25 la Figura 5 es un diagrama esquemático de una conexión entre un grupo de conmutadores de borde  $4_a$  y un grupo de conmutadores de núcleo 1 cuando un puerto de un conmutador de borde es un puerto 40GE, según otra realización de la presente invención;

la Figura 6 es un diagrama esquemático de una conexión entre un grupo de conmutadores de borde  $4_a$  y un grupo de conmutadores de núcleo 1 cuando un puerto de un conmutador de borde es un puerto 40GE, según otra realización de la presente invención;

30 la Figura 7 es un diagrama esquemático de una conexión entre un grupo de conmutadores de borde  $4_a$  y un grupo de conmutadores de núcleo 1 cuando un puerto de un conmutador de borde es un puerto 40GE, según otra realización de la presente invención;

la Figura 8 es un diagrama esquemático de una conexión entre un grupo de conmutadores de borde  $4_a$  y un grupo de conmutadores de núcleo 1 cuando un puerto de un conmutador de borde es un puerto 40GE, según otra realización de la presente invención; y

35 la Figura 9 es un diagrama de flujo esquemático de un método para desplegar una red de centro de datos según una realización de la presente invención.

#### Descripción de las realizaciones

A continuación se describen de forma clara las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos anexos en las realizaciones de la presente invención. De manera aparente, las realizaciones descritas son, simplemente, una parte de, pero no todas, las realizaciones de la presente invención. Todas las otras realizaciones que una persona con experiencia normal en la técnica obtenga según las realizaciones de la presente invención sin esfuerzos creativos caerán dentro del alcance de protección de la presente invención.

40

La Figura 2 es un diagrama esquemático de un principio de funcionamiento de una malla reticular de guías de onda en matriz cíclica. Una malla reticular de guías de onda en matriz cíclica (CAWG), también llamada un enrutador AWG o un intercalador cíclico, es un multiplexor/demultiplexor óptico cíclico  $N \times N$  basado en la longitud de onda y puede enviar longitudes de onda de diferentes puertos de entrada a diferentes puertos de salida de manera cíclica. Como se muestra en la Figura 2, la CAWG tiene  $N$  fibras ópticas de entrada y  $N$  fibras ópticas de salida. Cada fibra óptica de entrada puede transmitir  $N$  longitudes de onda; por lo tanto, en caso de carga plena, las  $N \times N$  longitudes de onda pueden ingresarse en un lado de entrada, y después de la conmutación interna, la CAWG distribuye longitudes de onda en cada fibra óptica de entrada a  $N$  fibras ópticas de salida diferentes. Cada longitud de onda puede representarse por  $\lambda_{ij}$ , donde  $\lambda$  representa una longitud de onda,  $i$  representa un número de un puerto de entrada,  $j$  representa un número de la longitud de onda en el grupo de puertos,  $i$  y  $j$  son ambos enteros positivos menores que o iguales a  $N$ , y  $N$  es el número máximo de longitudes de onda que puede soportar cada puerto de la CAWG. Como se muestra en la Figura 2, las  $N$  longitudes de onda que se ingresan en el puerto de entrada  $a_1$  son  $\lambda_{11}, \lambda_{12}, \dots, \lambda_{1N}$

45

50

de forma separada, y en un lado de salida, las N longitudes de onda se distribuyen a las fibras ópticas de salida  $b_1$  a  $b_N$  de manera separada. La CAWG puede implementar la  $N \times N$  conmutación de no bloqueo estrictamente.

Las anteriores características de la CAWG se aplican en las realizaciones de la presente invención para implementar una nueva red de dentro de datos.

5 La Figura 3 es un diagrama estructural esquemático de una red de centro de datos según una realización de la presente invención. La red de centro de datos incluye un grupo de conmutadores de núcleo 1, m grupos CAWG  $2_a$  a  $2_m$ , y m grupos de conmutadores de borde  $4_a$  a  $4_m$ , donde los m grupos CAWG y los m grupos de conmutadores de borde se encuentran en una correspondencia uno a uno, los m grupos CAWG incluyen un primer grupo CAWG, y los m grupos de conmutadores de borde incluyen un primer grupo de conmutadores de borde, donde el primer grupo de conmutadores de borde es cualquiera de los m grupos de conmutadores de borde, y el primer grupo CAWG es un grupo CAWG correspondiente al primer grupo de conmutadores de borde. En la red de centro de datos de la presente invención, la interconexión de redes de todos los conmutadores de borde en los m grupos de conmutadores de borde se implementa mediante el uso de los m grupos CAWG y el grupo de conmutadores de núcleo 1, donde m es un entero positivo mayor que o igual a 1.

15 El grupo de conmutadores de núcleo incluye k conmutadores de núcleo. El primer grupo CAWG incluye  $2^Y N \times N$  CAWG, donde Y es un entero positivo mayor que o igual a 1 y, preferiblemente, Y es 2 elevado a la  $f^{\text{ésima}}$  potencia, donde f es un entero mayor que o igual a 0. Las  $2^Y N \times N$  CAWG incluyen Y CAWG de enlace ascendente e Y CAWG de enlace descendente; cada CAWG de enlace ascendente de las Y CAWG de enlace ascendente se conecta a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo 1 mediante el uso de un enlace ascendente óptico; cada CAWG de enlace descendente de las Y CAWG de enlace descendente se conecta a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo 1 mediante el uso de un enlace descendente óptico. El enlace ascendente se refiere a una dirección de un conmutador de borde a un conmutador de núcleo, y la CAWG de enlace ascendente se refiere a una CAWG en la cual un puerto de entrada se conecta a un conmutador de borde y un puerto de salida se conecta a un conmutador de núcleo. El enlace descendente se refiere a una dirección de un conmutador de núcleo a un conmutador de borde, y la CAWG de enlace descendente se refiere a una CAWG en la cual un puerto de entrada se conecta a un conmutador de núcleo y un puerto de salida se conecta a un conmutador de borde.

20 El primer grupo de conmutadores de borde incluye múltiples conmutadores de borde, donde cada conmutador de borde de los múltiples conmutadores de borde se conecta a una CAWG de enlace ascendente y a una CAWG de enlace descendente en el primer grupo CAWG de forma separada. Cualquiera del número de conmutadores de borde en el primer grupo de conmutadores de borde, el número de puertos de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde, y k es menor que o igual a N. Los números de conmutadores de borde incluidos en todos los grupos de conmutadores de borde de los m grupos de conmutadores de borde pueden ser iguales o diferentes; por consiguiente, las especificaciones de las CAWG incluidas en todos los grupos CAWG de los m grupos CAWG pueden ser también iguales o diferentes. A modo de ejemplo, en la Figura 3, cada grupo CAWG incluye dos CAWG, y cada grupo de conmutadores de borde incluye n conmutadores de borde.

30 Asimismo, el primer grupo de conmutadores de borde además incluye múltiples grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes, de forma separada, a los múltiples conmutadores de borde en el primer grupo de conmutadores de borde, donde cada grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde incluye al menos un multiplexor/demultiplexor óptico de borde. Que cada conmutador de borde se conecta a una CAWG de enlace ascendente y a una CAWG de enlace descendente en el primer grupo CAWG de forma separada significa, específicamente, que cada conmutador de borde se conecta a la CAWG de enlace ascendente en el primer grupo CAWG mediante el uso de un grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente y un enlace ascendente óptico conectado al grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde, y se conecta a la CAWG de enlace descendente en el primer grupo CAWG mediante el uso del grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde y un enlace descendente óptico conectado al grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde.

40 La red de centro de datos además incluye m grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo, donde los m grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo y los m grupos CAWG se encuentran en una correspondencia uno a uno, y los m grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo incluyen un primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo, donde el primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo es cualquiera de los m grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo, y el primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo corresponde al primer grupo CAWG. El primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo incluye  $2^Y N \times N$  multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo correspondientes a las  $2^Y N \times N$  CAWG, lo cual significa que N multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo corresponden a una CAWG de enlace ascendente o a una CAWG de enlace descendente; cada puerto de cada CAWG corresponde a un multiplexor/demultiplexor óptico de núcleo. Que cada CAWG de enlace ascendente se conecta a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo 1 mediante el uso de un enlace ascendente óptico incluye: cada CAWG de enlace ascendente se conecta a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo 1 mediante el uso de N multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo que se conectan a cada CAWG de enlace ascendente mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos. Que cada CAWG

de enlace descendente se conecta a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo 1 mediante el uso de un enlace descendente óptico incluye: cada CAWG de enlace descendente se conecta a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo 1 mediante el uso de N multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo que se conectan a cada CAWG de enlace descendente mediante el uso de enlaces descendentes ópticos. Además, cada multiplexor/demultiplexor óptico de núcleo se conecta a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo 1.

En la presente realización de la presente invención, múltiples conmutadores de borde en un grupo de conmutadores de borde tienen una misma especificación. Un grupo de conmutadores de borde puede usar una misma manera de interconexión de redes o una manera de interconexión de redes diferente respecto a otro grupo de conmutadores de borde. Una especificación de un conmutador de borde en un grupo de conmutadores de borde puede ser igual o diferente respecto a una especificación de un conmutador de borde en otro grupo de conmutadores de borde. En la realización anterior, el número k de conmutadores de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo 1 es menor que o igual a N, y el número n de conmutadores de borde en cada grupo de conmutadores de borde es menor que o igual a N. Preferiblemente, con el fin de aprovechar al máximo el rendimiento del dispositivo, en una red de centro de datos, el número k de conmutadores de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo 1, el número n de conmutadores de borde en cada grupo de conmutadores de borde, y N son iguales. Cuando k es menor que N, N multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo correspondientes a una CAWG se conectan a los k conmutadores de núcleo en forma de interrogación secuencial, es decir, un conmutador de núcleo puede conectarse a uno o más multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo. A continuación, un grupo de conmutadores de borde se usa como ejemplo para describir en detalle una estructura de la red de centro de datos que se muestra en la Figura 3. En las siguientes realizaciones, en una dirección de enlace ascendente, cada multiplexor/demultiplexor óptico de borde se conecta a una CAWG de enlace ascendente correspondiente mediante el uso de un enlace ascendente óptico, y cada CAWG de enlace ascendente se conecta a N multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo correspondientes mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos; en una dirección de enlace descendente, cada multiplexor/demultiplexor óptico de núcleo se conecta a una CAWG de enlace descendente correspondiente mediante el uso de un enlace descendente óptico, y cada CAWG de enlace descendente se conecta a multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes mediante el uso de enlaces descendentes ópticos. Por lo tanto, una descripción de un enlace óptico se omite en las siguientes realizaciones. El enlace ascendente óptico y el enlace descendente óptico son, de manera específica, fibras ópticas. Además, en las siguientes realizaciones, en un lado que mira hacia un conmutador de núcleo, tanto una CAWG de enlace ascendente como una CAWG de enlace descendente se conectan a N multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo. En una realización de la presente invención, se supone que un primer grupo de conmutadores de borde es un grupo de conmutadores de borde  $4_b$ . La Figura 4 es un diagrama esquemático de una conexión entre un grupo de conmutadores de borde  $4_b$  y un grupo de conmutadores de núcleo 1. Se supone que el grupo de conmutadores de borde  $4_b$  incluye n conmutadores de borde, donde los n conmutadores de borde son conmutadores que soportan un puerto bidireccional 10GE; cada grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde de n grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde  $3_{b1}$  a  $3_{bn}$  incluye un multiplexor/demultiplexor óptico de borde; x puertos de cada conmutador de borde en el grupo de conmutadores de borde  $4_b$  se conectan, todos, a un multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente, por ejemplo, x puertos de un conmutador de borde  $4_{b1}$  se conectan al multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{b1}$ , x puertos de un conmutador de borde  $4_{b2}$  se conectan a un multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{b2}$ , ..., y x puertos de un conmutador de borde  $4_{bn}$  se conectan al multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{bn}$ .

Un grupo CAWG correspondiente al grupo de conmutadores de borde  $4_b$  es una CAWG $2_b$ , y la CAWG $2_b$  incluye dos CAWG, es decir,  $2*Y=2$  e  $Y=1$ , donde una CAWG de enlace ascendente es una CAWG $2_{b1}$  y una CAWG de enlace descendente es una CAWG $2_{b2}$ . Cada conmutador de borde en el grupo de conmutadores de borde  $4_b$  se conecta a puertos correspondientes (los cuales se representan mediante pequeñas cajas en la figura, donde un puerto hacia el cual apunta una flecha es un puerto de entrada, y un puerto que está alejado de una flecha es un puerto de salida) de la CAWG $2_{b1}$  de enlace ascendente y la CAWG $2_{b2}$  de enlace descendente de forma separada mediante el uso de los multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes  $3_{b1}$  a  $3_{bn}$ . El grupo CAWG  $2_b$  corresponde a un grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo  $5_b$ , y el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo  $5_b$  incluye multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo  $5_{b1-1}$  a  $5_{b1-n}$  correspondientes a la CAWG $2_{b1}$  y multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo  $5_{b2-1}$  a  $5_{b2-n}$  correspondientes a la CAWG $2_{b2}$ . Cada puerto de salida de la CAWG $2_{b1}$  de enlace ascendente y la CAWG $2_{b2}$  de enlace descendente se conecta a un multiplexor/demultiplexor óptico de núcleo en el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo  $5_b$ .

En la realización que se muestra en la Figura 4, se provee un multiplexor/demultiplexor óptico de borde para cada conmutador de borde, dos CAWG se configuran para cada grupo CAWG,  $2*N$  multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo se proveen para un grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo correspondiente al grupo CAWG, y se provee un número apropiado de conmutadores de núcleo, y de esta manera se implementa la interconexión de redes de todos los conmutadores de borde y se reduce, de forma sustancial, el número de fibras ópticas requeridas para la construcción del centro de datos.

Además, actualmente, un conmutador que soporta un puerto Ethernet de alta velocidad (conmutador de alta velocidad, para abreviar), por ejemplo, un conmutador que soporta un puerto 40GE o un puerto 100GE surge en la industria. Un estándar especifica que durante la transmisión de datos, un puerto 40GE se divide en cuatro carriles

(carril), un puerto 100GE se divide en 10 carriles, y la velocidad de cada carril es de 10Gbps. Con el fin de reducir los costes de un módulo óptico, en general, 4 pares o 10 pares de fibras ópticas se usan para transmitir señales 40GE o 100GE, respectivamente.

5 En otra realización de la presente invención, se supone que el primer grupo de conmutadores de borde es un grupo de conmutadores de borde  $4_a$ , y un conmutador de borde en el grupo de conmutadores de borde  $4_a$  es un conmutador de alta velocidad. Si la velocidad de puerto del conmutador de alta velocidad es de  $H \cdot 10\text{Gbps}$ , cada puerto del conmutador de alta velocidad puede dividirse en  $H$  carriles, y las señales enviadas a través de los  $H$  carriles de cada puerto tienen una misma longitud de onda. La Figura 5 es un diagrama esquemático de una conexión entre el grupo de conmutadores de borde  $4_a$  y un grupo de conmutadores de núcleo 1 según la presente realización. A los fines de una descripción clara, se ilustra, principalmente, un diagrama esquemático de conexiones de enlace ascendente de un conmutador de borde  $4_{a1}$ . En la presente realización, cada conmutador de borde incluye  $x$  puertos  $H \cdot 10\text{GE}$   $P1$  a  $Px$ , y cada puerto incluye  $H$  carriles (cuatro carriles se ilustran en la figura y se representan mediante una línea corta vertical); un grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde incluye  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde (cuatro multiplexores/demultiplexores ópticos de borde se ilustran en la figura); los carriles, que tienen un mismo número, de los  $x$  puertos del conmutador de borde corresponden a un mismo multiplexor/demultiplexor óptico de borde, es decir, los  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde se conectan, de forma separada, a carriles de iguales números ordinales de cada puerto. Por ejemplo, en la Figura 5, un multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{a1-1}$  se conecta al primer carril de cada puerto del conmutador de borde  $4_{a1}$ ; un multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{a1-2}$  se conecta al segundo carril de cada puerto del conmutador de borde  $4_{a1}$ ; un multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{a1-3}$  se conecta al tercer carril de cada puerto del conmutador de borde  $4_{a1}$ ; un multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{a1-4}$  se conecta al cuarto carril de cada puerto del conmutador de borde  $4_{a1}$ . En la presente realización,  $Y=H=4$ , es decir, un grupo CAWG correspondiente al grupo de conmutadores de borde  $4_a$  incluye  $2 \cdot Y = 2 \cdot 4 = 8$  CAWG. Los multiplexores/demultiplexores ópticos de borde  $3_{a1-1}$ ,  $3_{a1-2}$ ,  $3_{a1-3}$ , y  $3_{a1-4}$  se conectan a puertos correspondientes de CAWG de enlace ascendente  $2_{a1-1}$ ,  $2_{a1-2}$ ,  $2_{a1-3}$ , y  $2_{a1-4}$  y a CAWG de enlace descendente  $2_{a2-1}$ ,  $2_{a2-2}$ ,  $2_{a2-3}$ , y  $2_{a2-4}$  respectivamente. Las CAWG de enlace ascendente  $2_{a1-1}$ ,  $2_{a1-2}$ ,  $2_{a1-3}$ , y  $2_{a1-4}$  y las CAWG de enlace descendente  $2_{a2-1}$ ,  $2_{a2-2}$ ,  $2_{a2-3}$ , y  $2_{a2-4}$  se conectan a los  $k$  conmutadores de núcleo de forma separada mediante el uso de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo correspondientes en un grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo  $5_a$ . Cada CAWG corresponde a  $N$  multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo. En la presente realización, en aras de la conveniencia, ocho rectángulos se usan para representar  $N$  multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo correspondientes a las ocho CAWG. Una pequeña caja marcada con 1 en cuatro rectángulos a la izquierda representa el primero de  $N$  multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo correspondientes a cada CAWG de enlace ascendente.

35 En la anterior manera de conexión, las señales con una misma longitud de onda que se envían a través de 4 carriles de un puerto  $P1$  del conmutador de borde  $4_{a1}$  alcanzan los multiplexores/demultiplexores ópticos de borde  $3_{a1-1}$ ,  $3_{a1-2}$ ,  $3_{a1-3}$ , y  $3_{a1-4}$  de forma separada; los multiplexores/demultiplexores ópticos de borde  $3_{a1-1}$ ,  $3_{a1-2}$ ,  $3_{a1-3}$ , y  $3_{a1-4}$  multiplexan las señales de los cuatro carriles, y luego envían cuatro señales de multiplexación por división de longitud de onda (Multiplexación por División de Longitud de Onda, WDM para abreviar) que se obtienen mediante la multiplexación a las CAWG de enlace ascendente  $2_{a1-1}$ ,  $2_{a1-2}$ ,  $2_{a1-3}$ , y  $2_{a1-4}$  de forma separada a través de los primeros puertos de entrada de las CAWG de enlace ascendente  $2_{a1-1}$ ,  $2_{a1-2}$ ,  $2_{a1-3}$ , y  $2_{a1-4}$ ; las CAWG de enlace ascendente  $2_{a1-1}$ ,  $2_{a1-2}$ ,  $2_{a1-3}$ , y  $2_{a1-4}$  llevan a cabo la conmutación interna en las señales ópticas recibidas, y luego envían las señales ópticas a multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo (es decir, cuatro cajas pequeñas 40 marcas con 1 en  $5_a$ ) correspondientes a los primeros puertos de salida respectivos de las CAWG de enlace ascendente  $2_{a1-1}$ ,  $2_{a1-2}$ ,  $2_{a1-3}$ , y  $2_{a1-4}$ ; cada multiplexor/demultiplexor óptico de núcleo demultiplexa las señales WDM recibidas y envía las cuatro señales demultiplexadas a cuatro carriles de un puerto  $P1$  de un conmutador de multiplexor/demultiplexor óptico de núcleo  $1_a$  de forma separada. Por lo tanto, según la presente realización de la presente invención, las señales enviadas a través de  $H$  carriles de un puerto de un conmutador de alta velocidad puede alcanzar un mismo puerto de un mismo conmutador de núcleo.

50 En la Figura 5, las  $2 \cdot Y$  CAWG se dividen en dos subgrupos CAWG, donde un subgrupo CAWG incluye 4 CAWG de enlace ascendente y el otro subgrupo CAWG incluye 4 CAWG de enlace descendente. En la interconexión de redes real, las  $2 \cdot 4$  CAWG pueden también dividirse en 4 subgrupos CAWG, donde cada subgrupo CAWG incluye una CAWG de enlace ascendente y una CAWG de enlace descendente. Cada CAWG de los anteriores 4 subgrupos CAWG se conecta a los  $k$  conmutadores de núcleo de forma separada mediante el uso de los  $N$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes.

55 Además, otra solución puede diseñarse para un conmutador de alta velocidad, para hacer que las señales enviadas a través de  $H$  carriles de un puerto de un conmutador de borde alcancen un mismo puerto de un mismo conmutador de núcleo.

60 Por ejemplo, por medio del diseño, puede implementarse que las señales enviadas a través de  $H$  carriles de un puerto de un conmutador de alta velocidad correspondan a diferentes longitudes de onda, de modo que las señales enviadas a través de los  $H$  carriles de un puerto puedan enviarse a una misma CAWG de enlace ascendente. Se supone que un primer grupo de conmutadores de borde es un grupo de conmutadores de borde  $4_a$ . La Figura 6 es otro diagrama esquemático de una conexión entre el grupo de conmutadores de borde  $4_a$  y el grupo de



conmutadores de núcleo 1, donde un grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde incluye H multiplexores/demultiplexores ópticos de borde (4 multiplexores/demultiplexores ópticos de borde se muestran en la figura), y los carriles con un mismo número de x puertos del conmutador de borde corresponden a un mismo multiplexor/demultiplexor óptico de borde, es decir, los H multiplexores/demultiplexores ópticos de borde se conectan, de forma separada, a carriles de iguales números ordinales de cada puerto. Por ejemplo, en la Figura 6, un multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{a1-1}$  se conecta al primer carril de cada puerto de un conmutador de borde  $4_{a1}$ ; un multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{a1-2}$  se conecta al segundo carril de cada puerto del conmutador de borde  $4_{a1}$ ; un multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{a1-3}$  se conecta al tercer carril de cada puerto del conmutador de borde  $4_{a1}$ ; un multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{a1-4}$  se conecta al cuarto carril de cada puerto del conmutador de borde  $4_{a1}$ . Cuatro señales enviadas a través de cuatro carriles de cada puerto tienen cuatro longitudes de onda diferentes, y las cuatro señales pueden enviarse a una misma CAWG. Por lo tanto, en la presente realización, solo se requiere que cada grupo CAWG incluya una CAWG de enlace ascendente y una CAWG de enlace descendente, es decir,  $Y=1$ , un grupo CAWG  $2_a$  correspondiente al grupo de conmutadores de borde  $4_a$  incluye  $2*Y=2*1=2$  CAWG, y los multiplexores/demultiplexores ópticos de borde  $3_{a1-1}$ ,  $3_{a1-2}$ ,  $3_{a1-3}$ , y  $3_{a1-4}$  se conectan a diferentes puertos de una CAWG $2_{a1}$  de enlace ascendente y a una CAWG $2_{a2}$  de enlace descendente de forma separada. Un grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo  $5_a$  correspondiente al grupo CAWG  $2_a$  incluye multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo  $5_{a1-1}$  a  $5_{a1-N}$  correspondientes a la CAWG $2_{a1}$  de enlace ascendente y multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo  $5_{a2-1}$  a  $5_{a2-N}$  correspondientes a la CAWG $2_{a2}$  de enlace descendente. La CAWG $2_{a1}$  de enlace ascendente y la CAWG $2_{a2}$  de enlace descendente se conectan a los k conmutadores de núcleo de manera separada mediante el uso de N multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo correspondientes. En la anterior manera de conexión, las señales que tienen diferentes longitudes de onda y que se envían a través de cuatro carriles de un puerto P1 del conmutador de borde  $4_{a1}$  alcanzan los multiplexores/demultiplexores ópticos de borde  $3_{a1-1}$ ,  $3_{a1-2}$ ,  $3_{a1-3}$ , y  $3_{a1-4}$  de forma separada; los multiplexores/demultiplexores ópticos de borde  $3_{a1-1}$ ,  $3_{a1-2}$ ,  $3_{a1-3}$ , y  $3_{a1-4}$  multiplexan las señales de los cuatro carriles de forma separada, y envían cuatro señales WDM que se obtienen mediante la multiplexación a puertos de entrada correspondientes de la CAWG $2_{a1}$  de enlace ascendente de manera separada; la CAWG $2_{a1}$  de enlace ascendente lleva a cabo la conmutación interna en las cuatro señales ópticas recibidas, y luego envía todas las señales ópticas al multiplexor/demultiplexor óptico de núcleo  $5_{a1-1}$  correspondiente a un puerto de salida 1; el multiplexor/demultiplexor óptico de núcleo  $5_{a1-1}$  demultiplexa las señales WDM recibidas y envía las cuatro señales demultiplexadas a cuatro carriles de un puerto P1 de un conmutador de núcleo  $1_a$ . Según la presente realización de la presente invención, las señales enviadas a través de H carriles de un puerto de un conmutador de alta velocidad pueden alcanzar también un mismo puerto de un mismo conmutador de núcleo.

De manera similar a la Figura 6, cuando las señales enviadas a través de H carriles de un puerto de un conmutador de alta velocidad corresponden a diferentes longitudes de onda, otras maneras de procesamiento diferentes pueden diseñarse también para las señales enviadas a través de un puerto y, por consiguiente, diferentes maneras de interconexión de redes pueden diseñarse también para una red de centro de datos.

Por ejemplo, en la Figura 7, un grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde en un grupo de conmutadores de multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $4_a$  incluye dos multiplexores/demultiplexores ópticos de borde. Por ejemplo, un conmutador de borde  $4_{a1}$  corresponde a multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo  $3_{a1-1}$  y  $3_{a1-2}$ , donde el único multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{a1-1}$  se conecta al primer y segundo carriles (los cuales pueden describirse como L carriles) de cada puerto del conmutador de borde  $4_{a1}$  y el otro multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{a1-2}$  se conecta a otros carriles (los cuales pueden describirse como H-L carriles) de cada puerto del conmutador de borde  $4_{a1}$ . El multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{a1-1}$  se configura para recibir y multiplexar señales enviadas a través de los L carriles de cada puerto del conmutador de borde  $4_{a1}$ , y enviar señales WDM obtenidas mediante la multiplexación a un puerto de entrada 1 de una CAWG $2_{a1}$  de enlace ascendente; el multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{a1-2}$  se configura para recibir y multiplexar señales enviadas a través de los otros carriles H-L de cada puerto del conmutador de borde  $4_{a1}$ , y enviar señales WDM obtenidas mediante la multiplexación a un puerto de entrada 2 de la CAWG $2_{a1}$  de enlace ascendente; la CAWG $2_{a1}$  de enlace ascendente lleva a cabo la conmutación interna en las señales WDM recibidas de los puertos de entrada 1 y 2, envía algunas de las señales WDM a un puerto de salida 1, y envía algunas de las señales WDM a un puerto de salida 2; dos multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo conectados al puerto de salida 1 y al puerto de salida 2 de forma separada demultiplexan las señales WDM recibidas para obtener cuatro señales demultiplexadas, y enviar las cuatro señales demultiplexadas a cuatro carriles de un puerto P1 de un conmutador de núcleo  $1_a$ .

A modo de otro ejemplo, en un primer grupo de conmutadores de borde, si un grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes a cada conmutador de borde incluye un multiplexor/demultiplexor óptico de borde,  $Y=1$ , y cada grupo CAWG incluye una CAWG de enlace ascendente y una CAWG de enlace descendente. Como se muestra en la Figura 8, un multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente a un conmutador de borde  $4_{a1}$  es  $3_{a1}$ , y un grupo CAWG  $2_a$  correspondiente a un grupo de conmutadores de borde  $4_a$  incluye una CAWG $2_{a1}$  de enlace ascendente y una CAWG $2_{a2}$  de enlace descendente. Un grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo correspondiente al grupo CAWG  $2_a$  incluye multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo  $5_{a1-1}$  a  $5_{a1-n}$  correspondientes a la CAWG $2_{a1}$  de enlace ascendente y

- 5 multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo  $5_{a2-1}$  a  $5_{a2-n}$  correspondientes a la CAWG $_{2a2}$  de enlace descendente. El multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{a1}$  se conecta a todos los carriles (cuatro carriles se muestran en la Figura 8) de cada puerto del conmutador de borde correspondiente. El multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{a1}$  se configura para recibir y multiplexar señales enviadas a través de todos los carriles de cada puerto del conmutador de borde, y enviar las señales WDM que se obtienen mediante la multiplexación a un puerto (que es un puerto de entrada 1 en la figura), el cual se conecta al multiplexor/demultiplexor óptico de borde  $3_{a1}$ , de la CAWG $_{2a1}$  de enlace ascendente; la CAWG $_{2a1}$  de enlace ascendente lleva a cabo la conmutación interna en las señales WDM recibidas de un puerto de entrada 1, envía señales ópticas correspondientes a los cuatro carriles a puertos de salida 1 a 4 de forma separada; cuatro multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo conectados a los puertos de salida 1 a 4 de manera separada demultiplexan las señales WDM recibidas, y envían cuatro señales demultiplexadas a cuatro carriles de un puerto P1 de un conmutador de núcleo  $1_a$ . En las anteriores realizaciones de la presente invención, se ilustran principalmente diagramas esquemáticos de las conexiones en una dirección de enlace ascendente, y una manera de una conexión en una dirección de enlace descendente es similar a las maneras de conexión en la Figura 3 a la Figura 8.
- 10
- 15 Los conmutadores de borde en las anteriores realizaciones pueden ser conmutadores para parte superior del bastidor (Parte Superior del Bastidor, TOR para abreviar) o conmutadores de final de fila (Final de Fila, EOR para abreviar).
- Una señal enviada por un conmutador de borde en las anteriores realizaciones puede ser una señal eléctrica, una señal óptica, o una señal WDM. Una persona con experiencia en la técnica sabe que, tanto una señal óptica como una señal eléctrica pueden convertirse en una señal WDM requerida en las realizaciones de la presente invención después de una conversión. Por lo tanto, en las anteriores realizaciones de la presente invención, todo el tráfico recibido o enviado por un puerto de un conmutador de borde o un puerto de un conmutador de núcleo se llama "señal", y una señal transmitida en un multiplexor/demultiplexor óptico de borde, una CAWG, y un multiplexor/demultiplexor óptico de núcleo se llama una "señal WDM".
- 20
- 25 Si un conmutador de borde en un grupo de conmutadores de borde no puede procesar una señal WDM, el grupo de conmutadores de borde además incluye uno o más aparatos de conversión óptica-eléctrica correspondientes a cada conmutador de borde, los cuales se configuran para convertir una señal eléctrica o una señal óptica enviada por el conmutador de borde conectado al aparato de conversión óptica-eléctrica en una señal WDM requerida en la presente invención, y configurado para convertir una señal WDM enviada por un multiplexor/demultiplexor óptico de borde en una señal que puede procesarse por el conmutador de borde. Por consiguiente, si un conmutador de núcleo no puede procesar una señal WDM, la red de centro de datos además incluye k aparatos de conversión óptica-eléctrica correspondientes a los k conmutadores de núcleo, los cuales se configuran para convertir una señal WDM a enviarse al conmutador de núcleo en una señal que puede procesarse por el conmutador de núcleo, o convertir una señal enviada por el conmutador de núcleo en una señal WDM.
- 30
- 35 En las realizaciones anteriores,  $2*Y$  CAWG en cada grupo CAWG pueden ser CAWG lógicas o CAWG físicas; los k conmutadores de núcleo pueden ser conmutadores de núcleo físicos o conmutadores de núcleo lógicos. En las realizaciones anteriores, todos los grupos son grupos lógicos. Una persona con experiencia en la técnica puede agrupar diferentes dispositivos físicos o configurar grupos lógicos en un mismo dispositivo físico según un requisito de interconexión de redes real.
- 40 En las realizaciones anteriores, la "conexión" puede ser una conexión directa o puede ser una conexión implementada mediante el uso de otro dispositivo o medio.
- Una realización de la presente invención además provee un método para desplegar una red de centro de datos, que se usa para desplegar la red de centro de datos en la Figura 3 a la Figura 8. Como se muestra en la Figura 9, el método incluye las siguientes etapas:
- 45 E901. Proveer un grupo de conmutadores de núcleo, m grupos CAWG de mallas reticulares de guías de onda en matrices cíclicas, y m grupos de conmutadores de borde, donde los m grupos CAWG y los m grupos de conmutadores de borde se encuentran en una correspondencia uno a uno, los m grupos CAWG incluyen un primer grupo CAWG, y los m grupos de conmutadores de borde incluyen un primer grupo de conmutadores de borde, donde el primer grupo de conmutadores de borde es cualquiera de los m grupos de conmutadores de borde, el primer grupo CAWG es un grupo CAWG correspondiente al primer grupo de conmutadores de borde, el primer grupo CAWG incluye  $2*Y$   $N*N$  CAWG, y las  $2*Y$  CAWG incluyen Y CAWG de enlace ascendente e Y CAWG de enlace descendente.
- 50 E902. Conectar las Y CAWG de enlace ascendente a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo de forma separada mediante el uso de un enlace ascendente óptico.
- 55 E903. Conectar las Y CAWG de enlace descendente a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo de forma separada mediante el uso de un enlace descendente óptico.
- E904. Conectar cada conmutador de borde de los múltiples conmutadores de borde a una CAWG de enlace ascendente y a una CAWG de enlace descendente en el primer grupo CAWG de forma separada.

Cualquiera del número de conmutadores de borde en el primer grupo de conmutadores de borde, el número de puertos de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde, y  $k$  es menor que o igual a  $N$ .

No existe limitación alguna respecto a la secuencia de las etapas anteriores E902 a E904, las cuales pueden disponerse de manera aleatoria.

5 En una realización de la presente invención, el primer grupo de conmutadores de borde además incluye múltiples grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes, de forma separada, a los múltiples conmutadores de borde en el primer grupo de conmutadores de borde, y cada grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde incluye al menos un multiplexor/demultiplexor óptico de borde; la etapa E904 incluye: conectar cada conmutador de borde a la CAWG de enlace ascendente en el primer grupo CAWG mediante el uso de un grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente y un enlace ascendente óptico conectado al grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde, y conectar cada conmutador de borde a la CAWG de enlace descendente en el primer grupo CAWG mediante el uso del grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde y un enlace descendente óptico conectado al grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde.

10 En otra realización de la presente invención, la red de centro de datos además incluye  $m$  grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo, donde los  $m$  grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo y los  $m$  grupos CAWG se encuentran en una correspondencia uno a uno, y los  $m$  grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo incluyen un primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo, donde el primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo es cualquiera de los  $m$  grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo, el primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo corresponde al primer grupo CAWG, y el primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo incluye  $2*Y*N$  multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo, donde  $N$  multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo corresponden a una CAWG de enlace ascendente o a una CAWG de enlace descendente. La etapa E902 incluye: conectar cada CAWG de enlace ascendente de las  $Y$  CAWG de enlace ascendente a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo mediante el uso de  $N$  multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo que se conectan a cada CAWG de enlace ascendente mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos; la etapa E903 incluye: conectar cada CAWG de enlace descendente de las  $Y$  CAWG de enlace descendente a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo mediante el uso de  $N$  multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo que se conectan a cada CAWG de enlace descendente mediante el uso de enlaces descendentes ópticos.

20 De forma correspondiente a la Figura 4, cuando un puerto de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde es un puerto 10GE, el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde incluye un multiplexor/demultiplexor óptico de borde;  $Y=1$ , el primer grupo CAWG incluye una CAWG de enlace ascendente y una CAWG de enlace descendente; y la etapa E904 incluye: conectar el multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente a cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde a diferentes puertos de la CAWG de enlace ascendente de forma separada mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos, y conectar el multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente a cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde a diferentes puertos de la CAWG de enlace descendente de forma separada mediante el uso de enlaces descendentes ópticos.

35 De forma correspondiente a la Figura 5, cuando un puerto de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde es un puerto  $H*10G$ , cada puerto se divide en  $H$  carriles, y las señales enviadas a través de los carriles tienen una misma longitud de onda; el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde incluye  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde; los  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde se conectan, de forma separada, a carriles de iguales números ordinales de cada puerto; el primer grupo CAWG incluye  $Y$  CAWG de enlace ascendente e  $Y$  CAWG de enlace descendente, donde  $Y=H$ ; y la etapa E904 incluye: conectar los  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes a cada conmutador de borde a las  $Y$  CAWG de enlace ascendente de forma separada mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos, y conectar los  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes a cada conmutador de borde a las  $Y$  CAWG de enlace descendente de forma separada mediante el uso de enlaces descendentes ópticos.

40 De forma correspondiente a la Figura 6, cuando un puerto de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde es un puerto  $H*10G$ , cada puerto se divide en  $H$  carriles, y las señales enviadas a través de los carriles corresponden a diferentes longitudes de onda; el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde incluye  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde; los  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde se conectan, de forma separada, a carriles de iguales números ordinales de cada puerto del conmutador de borde correspondiente; el primer grupo CAWG incluye una CAWG de enlace ascendente y una CAWG de enlace descendente; y la etapa E904 incluye: conectar los  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes a cada conmutador de borde a los  $H$  puertos de la CAWG de enlace ascendente de forma separada mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos, y conectar  $H$  puertos correspondientes a cada conmutador de borde a  $H$  puertos de la CAWG de enlace descendente de forma separada mediante el uso de enlaces descendentes ópticos.

De forma correspondiente a la Figura 7, cuando un puerto de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde es un puerto H\*10G, cada puerto se divide en H carriles, y las señales enviadas a través de los carriles corresponden a diferentes longitudes de onda; el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde incluye dos multiplexores/demultiplexores ópticos de borde, donde un multiplexor/demultiplexor óptico de borde se conecta a L carriles de cada puerto del conmutador de borde correspondiente, y el otro multiplexor/demultiplexor óptico de borde se conecta al resto de H-L carriles de cada puerto del conmutador de borde correspondiente; el primer grupo GAWG incluye una CAWG de enlace ascendente y una CAWG de enlace descendente; y la etapa E904 incluye: conectar los dos multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes a cada conmutador de borde a dos puertos de la CAWG de enlace ascendente de forma separada mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos, y conectar los dos multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes a cada conmutador de borde a dos puertos de la CAWG de enlace descendente de forma separada mediante el uso de enlaces descendentes ópticos.

De forma correspondiente a la Figura 8, cuando un puerto de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde es un puerto H\*10G, cada puerto se divide en H carriles, y las señales enviadas a través de los carriles corresponden a diferentes longitudes de onda; el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde incluye un multiplexor/demultiplexor óptico de borde, y el multiplexor/demultiplexor óptico de borde se conecta a todos los H carriles de cada puerto del conmutador de borde correspondiente; el primer grupo CAWG incluye una CAWG de enlace ascendente y una CAWG de enlace descendente; y la etapa E904 incluye: conectar el multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente a cada conmutador de borde a un puerto de la CAWG de enlace ascendente mediante el uso de un enlace ascendente óptico, y conectar el multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente a cada conmutador de borde a un puerto de la CAWG de enlace descendente mediante el uso de un enlace descendente óptico.

Si una señal enviada por un conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde es una señal eléctrica o una señal óptica, el método además incluye: proveer, para cada grupo de conmutadores de borde, múltiples aparatos de conversión óptica-eléctrica correspondientes a múltiples conmutadores de borde en el grupo de conmutadores de borde, y conectar cada conmutador de borde a un aparato de conversión óptica-eléctrica correspondiente.

Por consiguiente, si un conmutador de núcleo no puede procesar una señal WDM, el método además incluye: proveer k aparatos de conversión óptica-eléctrica correspondientes a los k conmutadores de núcleo, y conectar cada conmutador de núcleo a un aparato de conversión óptica-eléctrica correspondiente al conmutador de núcleo.

Según las realizaciones anteriores de la presente invención, se supone que una red de centro de datos que incluye 192 conmutadores de borde necesita formarse, y cada conmutador soporta treinta y dos puertos 10GE. Con el fin de implementar la interconexión de redes entre dos conmutadores de borde de los 192 conmutadores de borde, los 192 conmutadores de borde se dividen, preferiblemente, en seis grupos de conmutadores de borde, donde cada grupo de conmutadores de borde incluye 32 conmutadores de borde; de manera correspondiente a los seis grupos de conmutadores de borde, se requieren doce 32\*32 CAWG, y las 12 CAWG se conectan a 32 conmutadores de núcleo de forma separada. En la anterior manera de conexión, se requieren  $32*2*6=384$  pares de fibras ópticas. Si se adopta la manera de interconexión de redes que se muestra en la Figura 1, cada puerto de un conmutador de acceso necesita conectarse a un conmutador de convergencia mediante el uso de un par de fibras ópticas, y cada puerto de un conmutador de convergencia necesita conectarse a un conmutador de núcleo mediante el uso de un par de fibras ópticas. Entonces, para lograr una misma escala de interconexión de redes, el número de fibras ópticas conectadas a cada conmutador alcanzará  $32*(A-1)*32*6$  pares, lo cual es un número enorme, donde A es el número de capas de la red. De manera específica, en el escenario de red de tres capas que se muestra en la Figura 1, el número de fibras ópticas conectadas a cada conmutador es de  $32*2*32*6=12.288$  pares.

Puede conocerse que, con una solución de interconexión de redes de centro de datos de la presente invención, el número de fibras ópticas requeridas para la interconexión de redes puede reducirse de forma sustancial, y así reducir los costes de cableado. Además, dado que el número de fibras ópticas requeridas se reduce de forma sustancial, se resuelve el cuello de botella del cableado en una sala de equipos, y se simplifica el despliegue físico de dispositivos. Además, dado que una CAWG se usa como un dispositivo intermedio para conectar un conmutador de borde y un conmutador de núcleo, la expansión de la capacidad del puerto en un conmutador puede implementarse simplemente conectando un rabllo de fibra a un multiplexor/demultiplexor de borde, sin necesidad de desplegar las fibras del conducto a lo largo de las salas de equipos, lo cual hace conveniente la expansión y el mantenimiento de la capacidad de la red.

En la red de centro de datos según las realizaciones de la presente invención, una estructura de red de tres capas convencional se simplifica para que sea una interconexión de redes física de dos capas, lo cual simplifica la estructura de red y reduce las capas de red. Dado que las conexiones en una capa de red se reducen, la capacidad de conmutación del dispositivo y el número de puertos requeridos para toda una red se reducen en un 1/2, es decir, los costes de los dispositivos y puertos se reducen a la mitad. Además, dado que una CAWG puede conectarse a un número mayor de conmutadores de núcleo y que la compartición de carga se implementa entre conmutadores de núcleo, el cuello de botella de la capacidad de los conmutadores de núcleo puede resolverse, y una red de centro de datos de gran escala puede construirse.

Las descripciones anteriores son meramente maneras de implementación a modo de ejemplo de la presente invención. Debe notarse que una persona con experiencia ordinaria en la técnica puede llevar a cabo varias mejoras o perfeccionamientos sin apartarse del principio de la presente invención y las mejoras o perfeccionamientos caerán dentro del alcance de protección de la presente invención.

5

## REIVINDICACIONES

1. Una red de centro de datos, que comprende: un grupo de conmutadores de núcleo (1), m grupos de mallas reticulares de guías de onda en matrices cíclicas CAWG ( $2_a$  a  $2_m$ ), y m grupos de conmutadores de borde ( $4_a$  a  $4_m$ ), en donde los m grupos CAWG ( $2_a$  a  $2_m$ ) y los m grupos de conmutadores de borde ( $4_a$  a  $4_m$ ) se encuentran en una correspondencia uno a uno, los m grupos CAWG ( $2_a$  a  $2_m$ ) comprenden un primer grupo CAWG, y los m grupos de conmutadores de borde ( $4_a$  a  $4_m$ ) comprenden un primer grupo de conmutadores de borde, en donde el primer grupo de conmutadores de borde es cualquiera de los m grupos de conmutadores de borde, y el primer grupo CAWG es un grupo CAWG correspondiente al primer grupo de conmutadores de borde;
- 5 el grupo de conmutadores de núcleo (1) comprende k conmutadores de núcleo;
- 10 el primer grupo CAWG ( $2_a$  a  $2_m$ ) comprende  $2^*Y$  N\*N CAWG, en donde  $2^*Y$  CAWG comprenden Y CAWG de enlace ascendente e Y CAWG de enlace descendente, las Y CAWG de enlace ascendente se conectan a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo, de forma separada, mediante el uso de un enlace ascendente óptico, y las Y CAWG de enlace descendente se conectan a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo, de forma separada, mediante el uso de un enlace descendente óptico; y
- 15 el primer grupo de conmutadores de borde ( $4_a$  a  $4_m$ ) comprende múltiples conmutadores de borde; cada conmutador de borde de los múltiples conmutadores de borde se conecta a una CAWG de enlace ascendente y a una CAWG de enlace descendente en el primer grupo CAWG de forma separada;
- donde cada uno de,
- 20 un número de conmutadores de borde en el primer grupo de conmutadores de borde, un número de puertos de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde y k,
- es menor que o igual a N.
2. La red de centro de datos según la reivindicación 1, en donde el primer grupo de conmutadores de borde además comprende múltiples grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes, de forma separada, a los múltiples conmutadores de borde en el primer grupo de conmutadores de borde, y cada grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde comprende al menos un multiplexor/demultiplexor óptico de borde; y
- 25 que cada conmutador de borde de los múltiples conmutadores de borde se conecta a una CAWG de enlace ascendente y a una CAWG de enlace descendente en el primer grupo CAWG de forma separada comprende:
- cada conmutador de borde se conecta a la CAWG de enlace ascendente en el primer grupo CAWG mediante el uso de un grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente y un enlace ascendente óptico conectado al grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde, y cada conmutador de borde se conecta a la
- 30 CAWG de enlace descendente en el primer grupo CAWG mediante el uso del grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde y un enlace descendente óptico conectado al grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde.
3. La red de centro de datos según la reivindicación 2, en donde la red de centro de datos además comprende m grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo, en donde los m grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo y los m grupos CAWG se encuentran en una correspondencia uno a uno, y los m grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo comprenden un primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo, en donde el primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo es cualquiera de los m grupos de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo, y el primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo corresponde al primer grupo CAWG;
- 35 el primer grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo comprende  $2^*Y*N$  multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo, y N multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo corresponden a una CAWG de enlace ascendente o a una CAWG de enlace descendente;
- 40 que las Y CAWG de enlace ascendente se conectan a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo de forma separada mediante el uso de un enlace ascendente óptico comprende: cada CAWG de enlace ascendente de las Y CAWG de enlace ascendente se conecta a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo mediante el uso de N multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo que se conectan a cada CAWG de enlace ascendente mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos; y
- 45 que las Y CAWG de enlace descendente se conectan a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo de forma separada mediante el uso de un enlace descendente óptico comprende: cada CAWG de enlace descendente se conecta a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo mediante el uso de N multiplexores/demultiplexores ópticos de núcleo que se conectan a cada CAWG de enlace descendente mediante el uso de enlaces descendentes ópticos.
- 50

4. La red de centro de datos según la reivindicación 2 o 3, en donde un puerto de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde es un puerto 10GE, el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde comprende un multiplexor/demultiplexor óptico de borde,  $Y=1$ , el primer grupo CAWG comprende una CAWG de enlace ascendente y una CAWG de enlace descendente, el multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente a cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde se conecta a diferentes puertos de la CAWG de enlace ascendente de forma separada mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos, y el multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente a cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde se conecta a diferentes puertos de la CAWG de enlace descendente de forma separada mediante el uso de enlaces descendentes ópticos.
5. La red de centro de datos según la reivindicación 2 o 3, en donde un puerto de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde es un puerto  $H*10G$ , cada puerto se divide en  $H$  carriles, y las señales enviadas a través de los carriles tienen una misma longitud de onda; el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde comprende  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde; los  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde se conectan, de forma separada, a carriles de iguales números ordinales de cada puerto; el primer grupo CAWG comprende  $Y$  CAWG de enlace ascendente e  $Y$  CAWG de enlace descendente, en donde  $Y=H$ ; y los  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes a cada conmutador de borde se conectan a las  $Y$  CAWG de enlace ascendente de forma separada mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos, y los  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes a cada conmutador de borde se conectan a las  $Y$  CAWG de enlace descendente de forma separada mediante el uso de enlaces descendentes ópticos.
6. La red de centro de datos según la reivindicación 2 o 3, en donde un puerto de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde es un puerto  $H*10G$ , cada puerto se divide en  $H$  carriles, y las señales enviadas a través de los carriles corresponden a diferentes longitudes de onda; el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde comprende  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde; los  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde se conectan, de forma separada, a carriles de iguales números ordinales de cada puerto del conmutador de borde correspondiente; el primer grupo CAWG comprende una CAWG de enlace ascendente y una CAWG de enlace descendente; y los  $H$  multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes a cada conmutador de borde se conectan a  $H$  puertos de la CAWG de enlace ascendente de forma separada mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos, y los  $H$  puertos correspondientes a cada conmutador de borde se conectan a  $H$  puertos de la CAWG de enlace descendente de forma separada mediante el uso de enlaces descendentes ópticos.
7. La red de centro de datos según la reivindicación 2 o 3, en donde un puerto de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde es un puerto  $H*10G$ , cada puerto se divide en  $H$  carriles, y las señales enviadas a través de los carriles corresponden a diferentes longitudes de onda; el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde comprende dos multiplexores/demultiplexores ópticos de borde, en donde un multiplexor/demultiplexor óptico de borde se conecta a  $L$  carriles de cada puerto del conmutador de borde correspondiente, y el otro multiplexor/demultiplexor óptico de borde se conecta al resto de  $H-L$  carriles de cada puerto del conmutador de borde correspondiente; el primer grupo CAWG comprende una CAWG de enlace ascendente y una CAWG de enlace descendente; y los dos multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes a cada conmutador de borde se conectan a dos puertos de la CAWG de enlace ascendente de forma separada mediante el uso de enlaces ascendentes ópticos, y los dos multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondientes a cada conmutador de borde se conectan a dos puertos de la CAWG de enlace descendente de forma separada mediante el uso de enlaces descendentes ópticos.
8. La red de centro de datos según la reivindicación 2 o 3, en donde un puerto de cada conmutador de borde en el primer grupo de conmutadores de borde es un puerto  $H*10G$ , cada puerto se divide en  $H$  carriles, y las señales enviadas a través de los carriles corresponden a diferentes longitudes de onda; el grupo de multiplexores/demultiplexores ópticos de borde correspondiente a cada conmutador de borde comprende un multiplexor/demultiplexor óptico de borde, y el multiplexor/demultiplexor óptico de borde se conecta a todos los  $H$  carriles de cada puerto del conmutador de borde correspondiente; el primer grupo CAWG comprende una CAWG de enlace ascendente y una CAWG de enlace descendente; y el multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente a cada conmutador de borde se conecta a un puerto de la CAWG de enlace ascendente mediante el uso de un enlace ascendente óptico, y el multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente a cada conmutador de borde se conecta a un puerto de la CAWG de enlace descendente mediante el uso de un enlace descendente óptico.
9. La red de centro de datos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde si los múltiples conmutadores de borde en el primer grupo de conmutadores de borde no pueden procesar una señal de multiplexación por división de longitud de onda WDM, el primer grupo de conmutadores de borde además comprende múltiples aparatos de conversión óptica-eléctrica correspondientes a múltiples conmutadores de borde, en donde cada aparato de conversión óptica-eléctrica se configura para convertir una señal eléctrica o una señal óptica que se envía por un conmutador de borde conectado al aparato de conversión óptica-eléctrica en una señal de multiplexación por

división de longitud de onda WDM, y enviar la señal WDM a un multiplexor/demultiplexor óptico de borde correspondiente.

5 10. Un método para desplegar una red de centro de datos, en donde la red de centro de datos es la red de centro de datos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, y el método comprende: proveer un grupo de conmutadores de núcleo (1), m grupos de mallas reticulares de guías de onda en matrices cíclicas, CAWG, ( $2_a$  a  $2_m$ ), y m grupos de conmutadores de borde ( $4_a$  a  $4_m$ ), en donde los m grupos CAWG ( $2_a$  a  $2_m$ ) y los m grupos de conmutadores de borde ( $4_a$  a  $4_m$ ) se encuentran en una correspondencia uno a uno, los m grupos CAWG ( $2_a$  a  $2_m$ ) comprenden un primer grupo CAWG, los m grupos de conmutadores de borde ( $4_a$  a  $4_m$ ) comprenden un primer grupo de conmutadores de borde, y el primer grupo de conmutadores de borde comprende múltiples conmutadores de borde, en donde el primer grupo de conmutadores de borde es cualquiera de los m grupos de conmutadores de borde ( $4_a$  a  $4_m$ ), y el primer grupo CAWG es un grupo CAWG correspondiente al primer grupo de conmutadores de borde; y el primer grupo CAWG comprende  $2*Y$  N\*N CAWG, y las  $2*Y$  CAWG comprenden Y CAWG de enlace ascendente e Y CAWG de enlace descendente;

15 las Y CAWG de enlace ascendente se conectan a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo de forma separada mediante el uso de un enlace ascendente óptico;

las Y CAWG de enlace descendente se conectan a cada conmutador de núcleo en el grupo de conmutadores de núcleo de forma separada mediante el uso de un enlace descendente óptico; y

cada conmutador de borde de los múltiples conmutadores de borde se conecta a una CAWG de enlace ascendente y a una CAWG de enlace descendente en el primer grupo CAWG de forma separada.

20



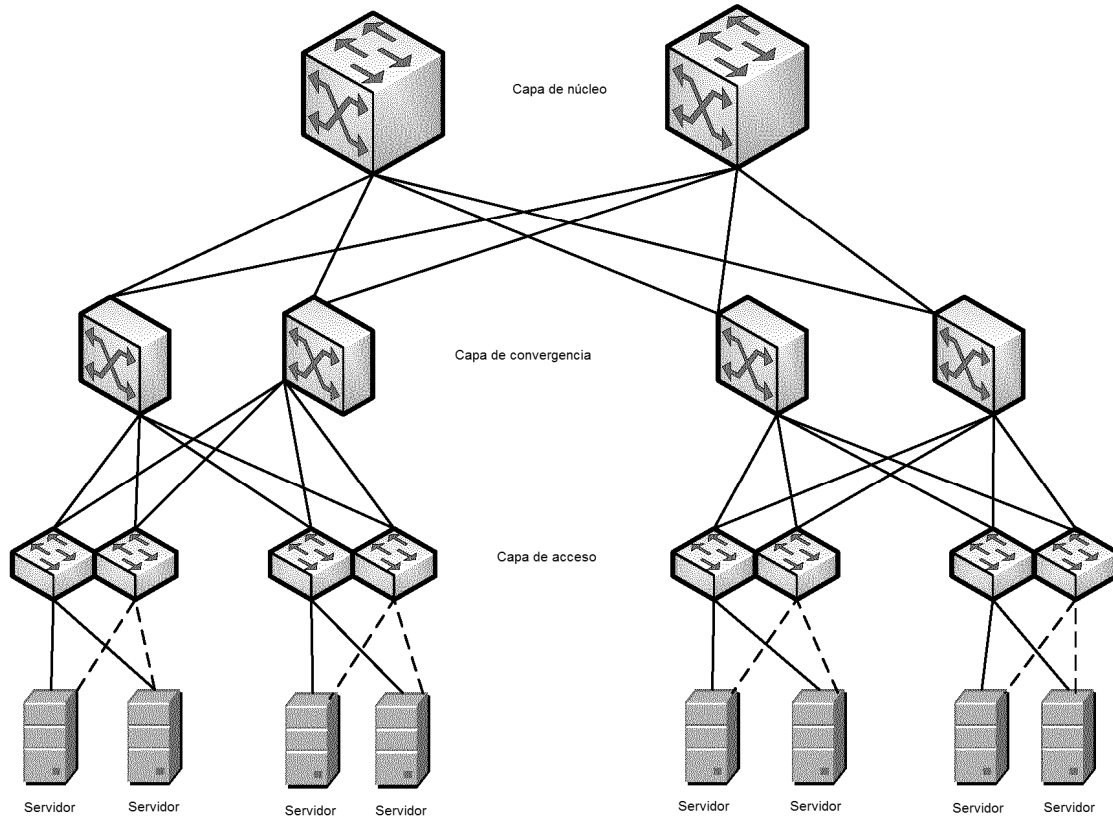


FIG. 1

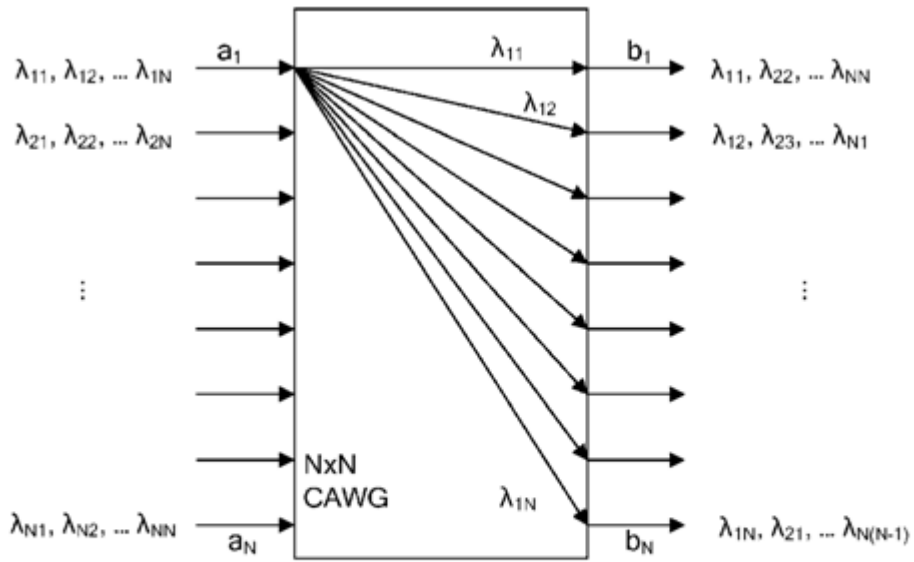


FIG. 2

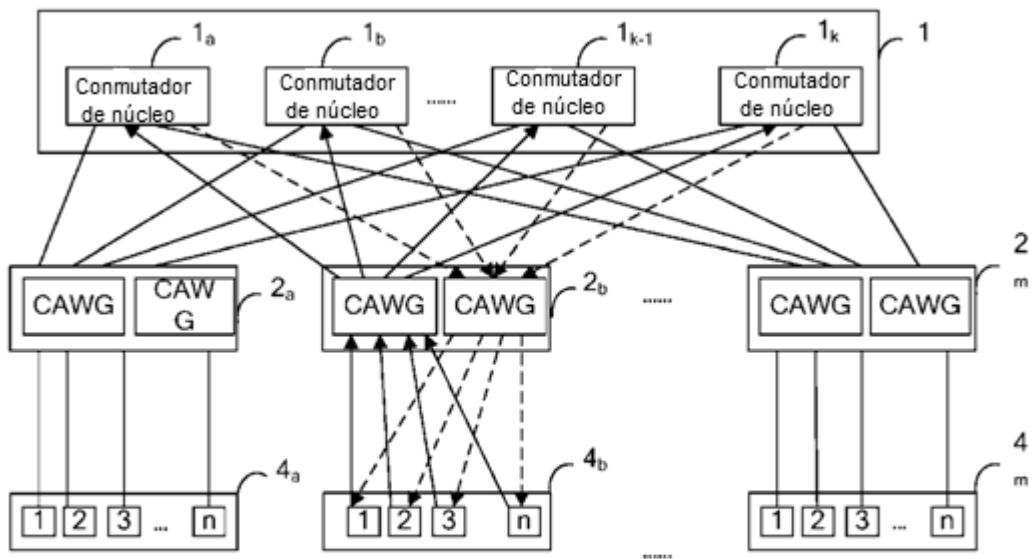


FIG. 3

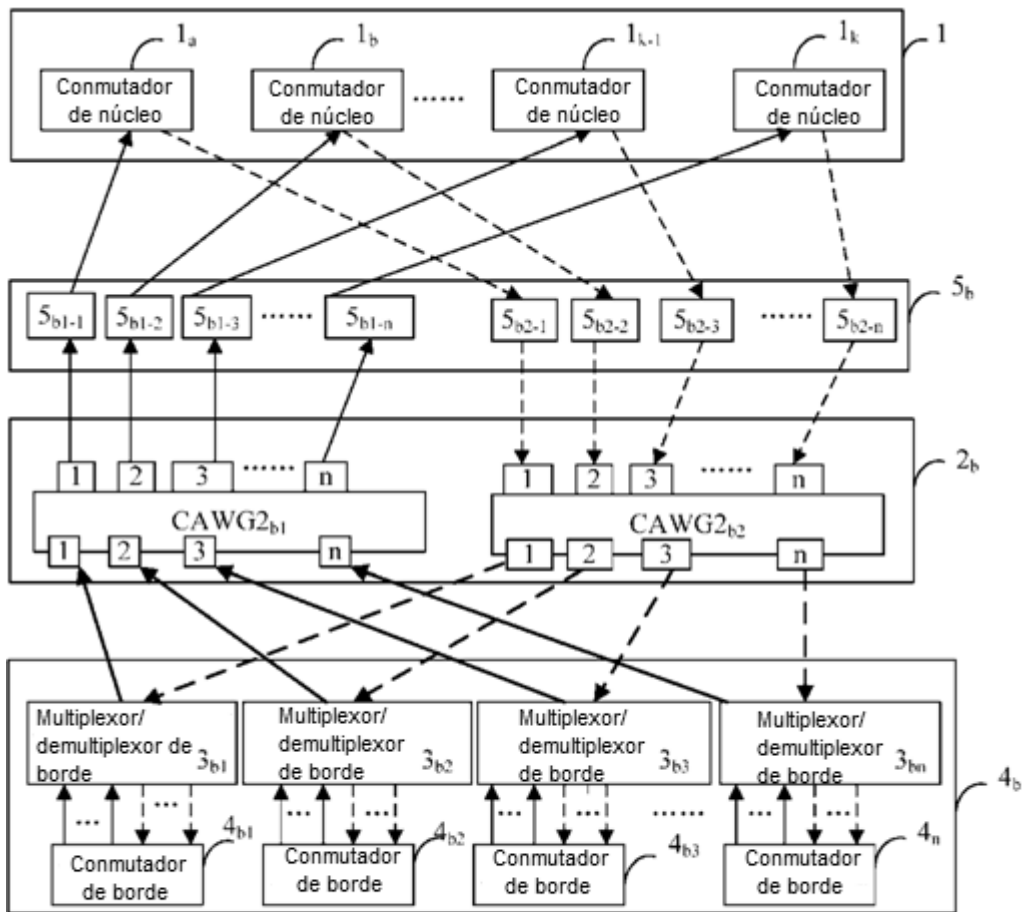


FIG. 4

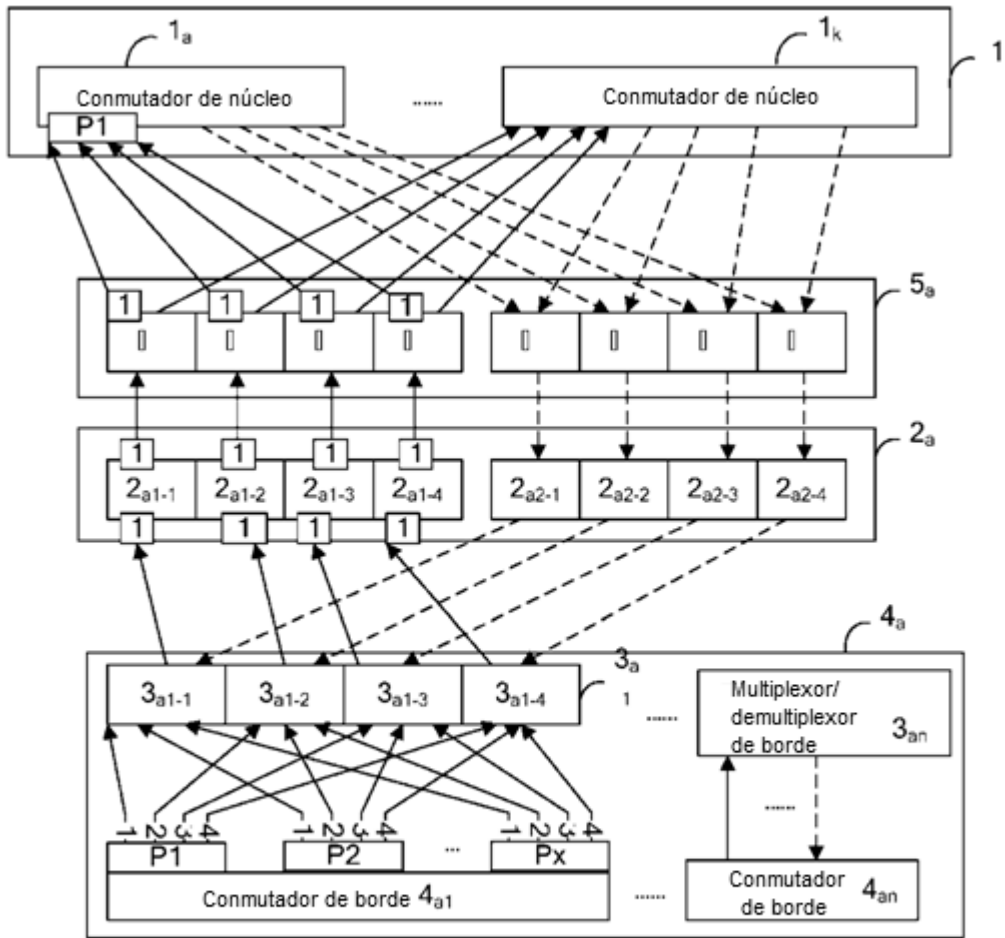


FIG. 5

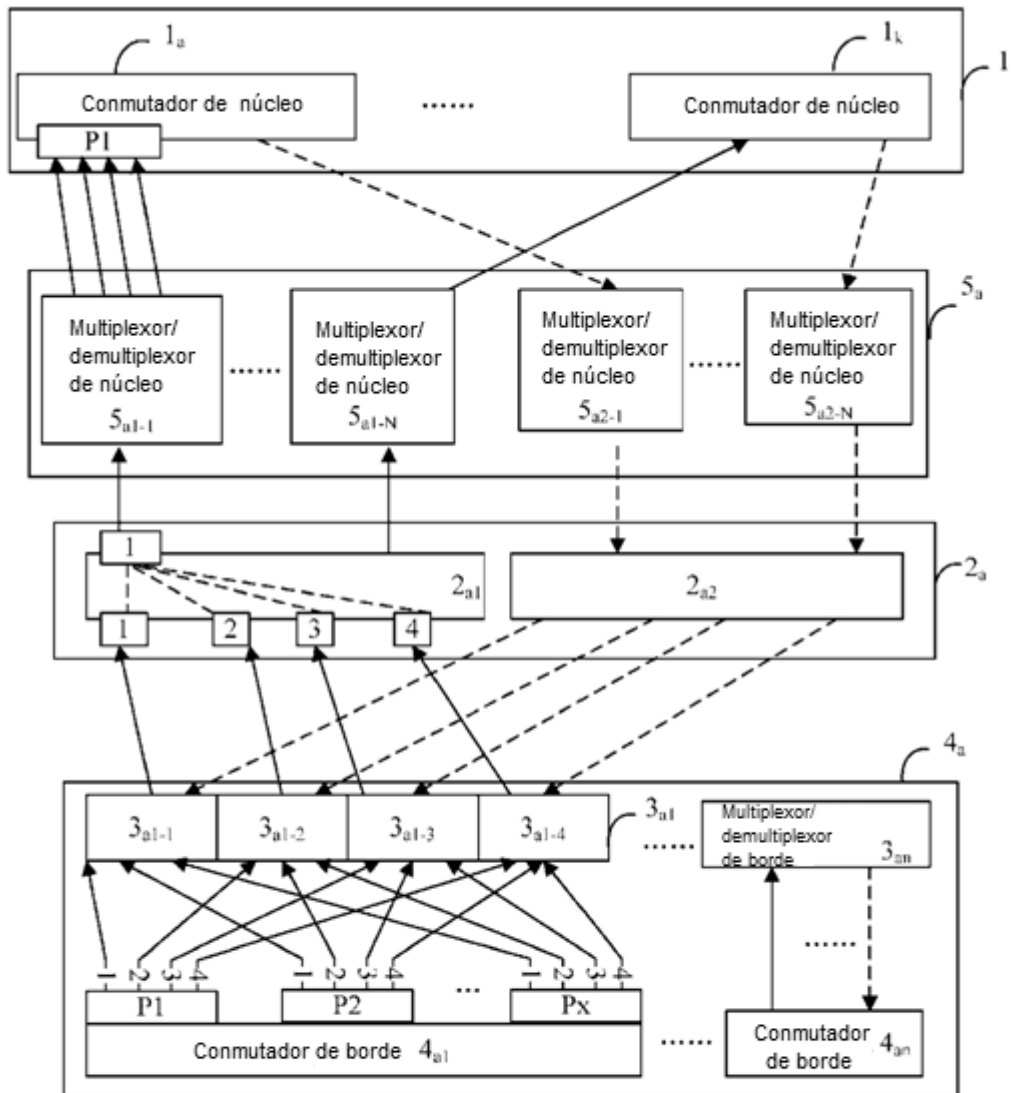


FIG. 6

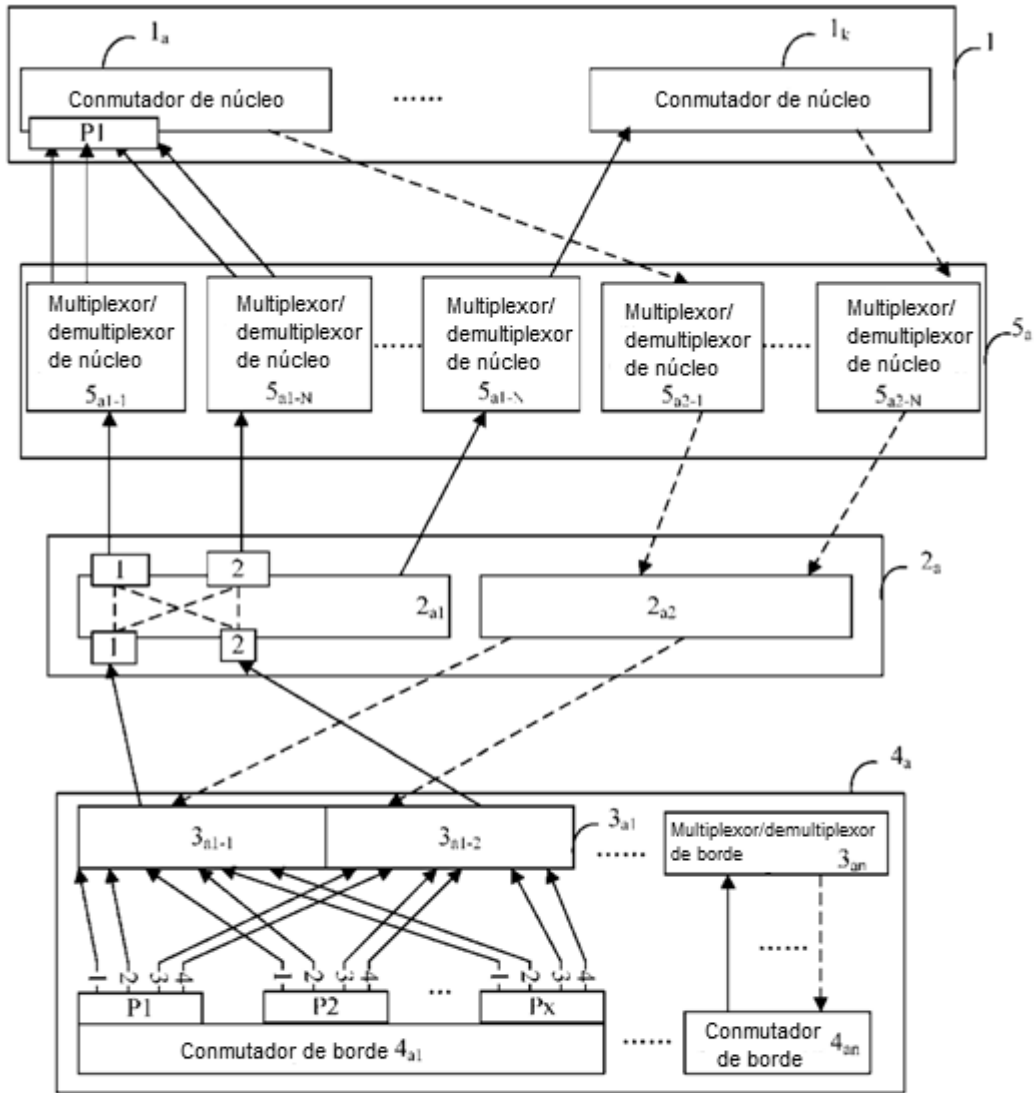


FIG. 7

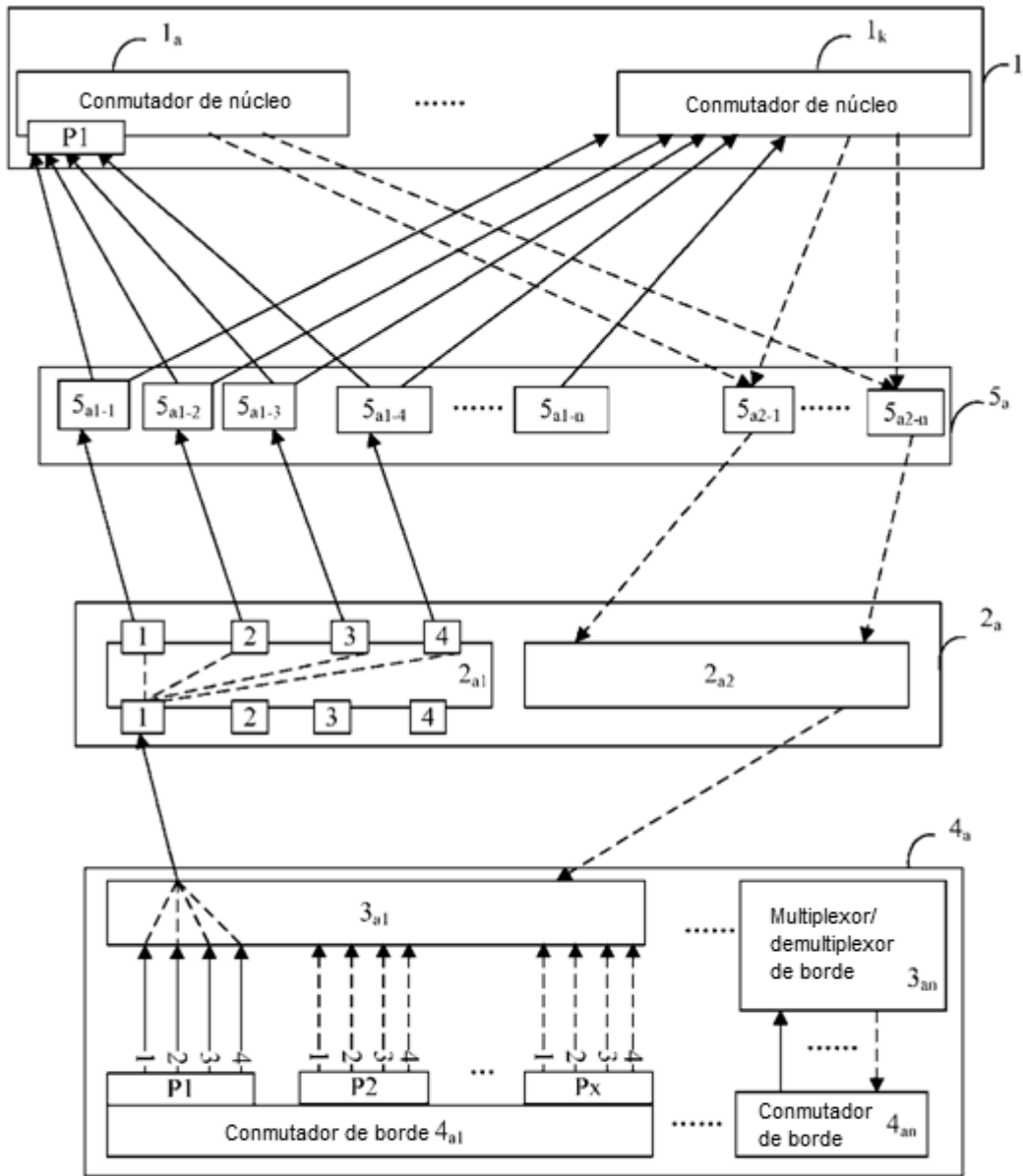


FIG. 8

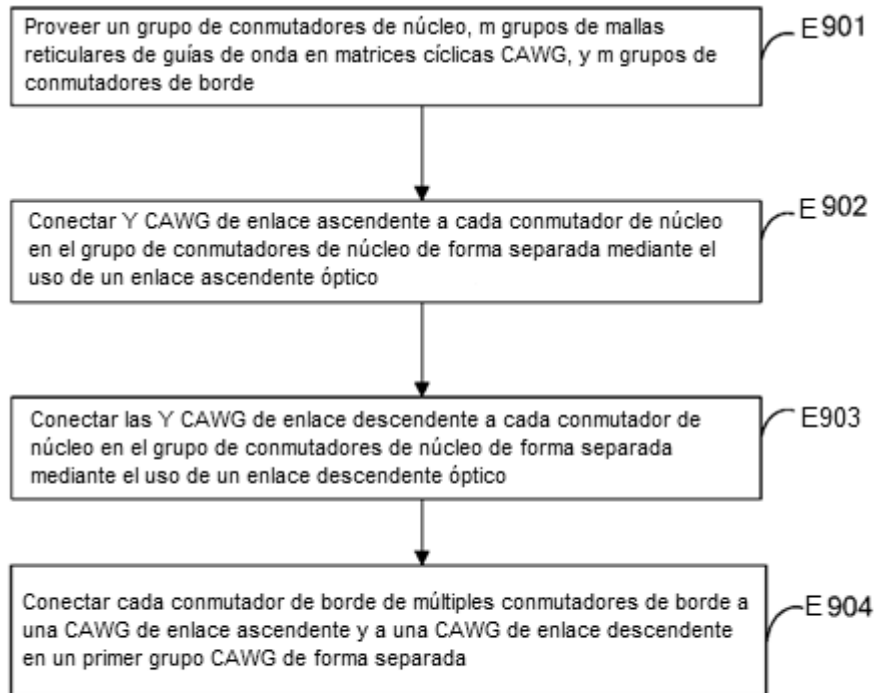


FIG. 9