

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 771**

51 Int. Cl.:

H04J 14/02 (2006.01)

H04Q 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.04.2013 PCT/CN2013/074271**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.10.2014 WO14169440**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2013 E 13882321 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.06.2018 EP 2983309**

54 Título: **Dispositivo de nodo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.10.2018

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

72 Inventor/es:
**ZHAO, HAN;
ZONG, LIANGJIA y
LIU, NING**

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 684 771 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

Dispositivo de nodo.

Campo técnico

La presente invención se refiere al campo de las comunicaciones y, en particular, a un aparato de nodo.

5 Antecedentes

Actualmente, un multiplexor óptico de inserción/extracción reconfigurable (Multiplexor Óptico de Inserción/Extracción Reconfigurable, ROADM, por sus siglas en inglés) se ha convertido en una tecnología de implementación principal de un nodo de red óptica, donde el ROADM puede proveer una capacidad de reconfiguración de control remota a un nodo, e implementar la planificación de servicio inteligente a nivel de longitud de onda del nodo.

- 10 En la actualidad, en un nodo ROADM, el uso de componentes discretos es una forma de implementación común. Un nodo se establece mediante la interconexión de múltiples 1 x M conmutadores selectivos de longitud de onda, para implementar la selección de conmutación de encaminamiento de diferentes señales. Cuando el volumen de tráfico de una red aumenta, el número de 1 x M conmutadores selectivos de longitud de onda necesita aumentar para mejorar la capacidad de conmutación de servicio en el nodo. Sin embargo, de esta manera, el número de intervalos de módulo necesita aumentar mucho en un dispositivo existente, para conectar múltiples 1 x M conmutadores selectivos de longitud de onda, lo cual aumenta los costes del dispositivo y resulta en un fuerte aumento de los costes a medida que el volumen de tráfico se expande.

- 20 El documento de DEVARAJAN A Y OTROS, "*Colorless, Directionless and Contentionless multi-degree ROADM architecture for mesh optical networks*", *COMMUNICATION SYSTEMS AND NETWORKS (COMSNETS), 2010 SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, ESTADOS UNIDOS, (20100105)*, ISBN 978-1-4244-5487-7, describe una arquitectura ROADM mediante el uso de NxN conmutadores selectivos de longitud de onda en un nodo de múltiples grados.

- 25 El documento de THIAGARAJAN S Y OTROS, "*Direction-Independent Add/Drop Access for Multi-Degree ROADMs*", *OPTICAL FIBER COMMUNICATION/NATIONAL FIBER OPTIC ENGINEERS CONFERENCE, 2008. OFC/INFOEC 2008. CONFERENCE ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, Estados Unidos, (20080224)*, ISBN 978-1-55752-856-8, describe arquitecturas para ROADM de múltiples grados mediante el empleo de 1xK conmutadores selectivos de longitud de onda.

- 30 El documento de RICH JENSEN Y OTROS, "*Colourless, directionless, contentionless ROADM architecture using low-loss optical matrix switches*", *36TH EUROPEAN CONFERENCE AND EXHIBITION ON OPTICAL COMMUNICATION: (ECOC 2010); TURÍN, ITALIA, 19 - 23 SEPTIEMBRE 2010, IEEE, PISCATAWAY, NJ, ESTADOS UNIDOS, (20100919)*, ISBN 978-1-4244-8536-9, describe una arquitectura ROADM mediante el uso de NxM conmutadores ópticos de bajo coste que escala a múltiples grados y elimina la necesidad de restricciones de asignación de longitud de onda innecesarias a nivel de toda la red.

- 35 El documento de RICH JENSEN Y OTROS, "*Highly scalable OXC-based contentionless ROADM architecture with reduced network implementation costs*", *OPTICAL FIBER COMMUNICATION CONFERENCE AND EXPOSITION (OFC/INFOEC), 2012 AND THE NATIONAL FIBER OPTIC ENGINEERS CONFERENCE, IEEE, (20120304)*, ISBN 978-1-4673-0262-3, describe una arquitectura de inserción/extracción de tres etapas mediante el uso de tamaños de matriz OXC más pequeños que reducen los costes iniciales y aumentan la flexibilidad y escalabilidad del nodo.

- 40 El documento de PHILIP N JI Y OTROS, "*Colorless and directionless multi-degree reconfigurable optical add/drop multiplexers*", *WIRELESS AND OPTICAL COMMUNICATIONS CONFERENCE (WOCC), 2010 19TH ANNUAL, IEEE, PISCATAWAY, NJ, ESTADOS UNIDOS, (20100514)*, ISBN 978-1-4244-7597-1, revisa y analiza diferentes arquitecturas de nodo ROADM de múltiples grados que ofrecen características incoloras y sin dirección completas.

- 45 El documento US8218967 describe un sistema y método de conmutación óptica que proveen conmutación óptica con tolerancia a fallos sin duplicar todo el sistema. Se proveen dos conmutadores ópticos, cada uno de los cuales recibe una porción de una señal óptica transmitida. En caso de que un conmutador falle, el otro conmutador puede llevar a cabo el encaminamiento óptico requerido de la señal óptica hacia el nodo receptor deseado.

Compendio

- 50 La presente invención provee un aparato de nodo, que puede usar un N x N conmutador selectivo de longitud de onda para reemplazar un 1 x M conmutador selectivo de longitud de onda discreto original y, de esta manera, transferir trabajo de selección de conmutación de encaminamiento originalmente llevado a cabo entre múltiples 1 x M conmutadores selectivos de longitud de onda al interior del N x N conmutador selectivo de longitud de onda para la implementación. En comparación con una estructura original que usa componentes discretos, el aparato de nodo

se simplifica, y cuando el volumen de tráfico se expande, el número de intervalos de módulo en un lado de línea no necesita aumentar y, de esta manera, finalmente se reducen los costes de uso.

Con el fin de lograr el anterior objetivo, las realizaciones de la presente invención usan la solución técnica según la reivindicación independiente 1.

- 5 La presente invención provee un aparato de nodo, donde dos $N \times N$ conmutadores selectivos de longitud de onda se usan para formar una estructura conectada en paralelo, de modo que dos $N \times N$ conmutadores selectivos de longitud de onda pueden funcionar como respaldo el uno del otro, y un $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda puede usarse para reemplazar un $1 \times M$ conmutador selectivo de longitud de onda discreto original y, de esta manera, transferir trabajo de selección de conmutación de encaminamiento originalmente llevado a cabo entre
- 10 múltiples $1 \times M$ conmutadores selectivos de longitud de onda al interior del $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda para la implementación. En comparación con una estructura original que usa componentes discretos, el aparato de nodo se simplifica, y cuando el volumen de tráfico se expande, el número de intervalos de módulo en un lado de línea no necesita aumentar y, de esta manera, finalmente se reducen los costes de uso.

Breve descripción de los dibujos

- 15 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.
- 20 La Figura 1 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de nodo provisto por un ejemplo no cubierto por la presente invención;
- la Figura 2 es un diagrama estructural esquemático de otro aparato de nodo provisto por un ejemplo no cubierto por la presente invención;
- 25 la Figura 3 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de nodo provisto por un ejemplo no cubierto por la presente invención;
- la Figura 4 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de nodo provisto por una realización de la presente invención;
- la Figura 5A y Figura 5B son diagramas estructurales esquemáticos de un aparato de nodo provisto por otro ejemplo no cubierto por la presente invención; y
- 30 la Figura 6A y Figura 6B son diagramas estructurales esquemáticos de otro aparato de nodo provisto por otro ejemplo no cubierto por la presente invención.

Descripción de las realizaciones

- 35 A continuación se describen de forma clara y completa 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, algunas 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 presente invención provee un aparato de nodo y, como se muestra en la Figura 1, el aparato de nodo incluye un primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 101, un segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 102, un divisor de potencia 103 y un combinador de potencia 104, donde el aparato de nodo específicamente incluye:

- 45 El primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 101 y el segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 102 forman una estructura conectada en paralelo, cada divisor de potencia 103 tiene un extremo de entrada y dos extremos de salida, y los dos extremos de salida son un primer extremo de salida y un segundo extremo de salida; el primer extremo de salida de cada divisor de potencia 103 se conecta a un extremo de entrada diferente del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 101, y el segundo extremo de salida de cada divisor de potencia 103 se conecta a un extremo de entrada diferente del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 102; cada combinador de potencia 104 tiene dos extremos de entrada y un extremo de salida, y los dos
- 50 extremos de entrada son un primer extremo de entrada y un segundo extremo de entrada; y el primer extremo de entrada de cada combinador de potencia 104 se conecta a un extremo de salida del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 101, y el segundo extremo de entrada de cada combinador de potencia se conecta a

un extremo de salida del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 102, donde N es un número natural mayor que 1; y

5 cada divisor de potencia 103 envía, mediante el uso del primer extremo de salida, una señal que incluye un servicio de trabajo y un servicio de respaldo al primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 101, cada divisor de potencia 103 envía, mediante el uso del segundo extremo de salida, la señal que incluye el servicio de trabajo y el servicio de respaldo al segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 102, el primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 101 bloquea el servicio de respaldo en la señal, conmuta el servicio de trabajo, y envía el servicio de trabajo al combinador de potencia 104 mediante el uso del primer extremo de entrada del combinador de potencia 104, y el segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 102 bloquea el servicio de trabajo en la señal, conmuta el servicio de respaldo, y envía el servicio de respaldo al combinador de potencia mediante el uso del segundo extremo de entrada del combinador de potencia 104.

10 Un $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda tiene N puertos de entrada y N puertos de salida, y mediante el procesamiento óptico de un módulo de conmutación dentro del $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda, implementa la emisión de una señal óptica de cualquier longitud de onda en cualquier puerto de entrada a cualquier puerto de salida. Un módulo de entrada/salida, un módulo de división/combinación y un módulo de conmutación pueden incluirse en el $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda. El módulo de conmutación puede implementarse por un motor de conmutación como, por ejemplo, una matriz de microespejos MEMS (Sistema Microelectromecánico), y un LCOS (Cristal Líquido sobre silicio).

15 De manera específica, después de que un haz óptico de señal con múltiples longitudes de onda entra en los N puertos de entrada del $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda, primero, el módulo de entrada lleva a cabo el ajuste de trayecto óptico espacial en el haz óptico de señal con múltiples longitudes de onda; el módulo de división esparce haces ópticos de señal de diferentes longitudes de onda en un haz óptico de señal con múltiples longitudes de onda ajustado; luego los haces ópticos de señal entran en el módulo de conmutación; y el módulo de conmutación controla un ángulo de giro de la matriz de microespejos MEMS o el LCOS según la información de configuración de encaminamiento para implementar la dirección de trayecto óptico de los haces ópticos de señal de diferentes longitudes de onda, lo cual además implementa que los haces ópticos de señal de diferentes longitudes de onda en los N puertos de entrada conmuten y se bloqueen en el espacio libre. Los haces ópticos de señal conmutados y bloqueados de diferentes longitudes de onda se combinan por el módulo de combinación y, finalmente, entran en el módulo de salida para el ajuste de trayecto óptico espacial y se emiten a través de los N puertos de salida. Por lo tanto, según la información de configuración de encaminamiento, el $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda puede implementar la emisión de una señal óptica de cualquier longitud de onda en cualquier puerto de entrada a cualquier puerto de salida.

20 La presente invención provee un aparato de nodo, donde dos $N \times N$ conmutadores selectivos de longitud de onda se usan para formar una estructura conectada en paralelo, de modo que los dos $N \times N$ conmutadores selectivos de longitud de onda pueden funcionar como respaldo el uno del otro, y un $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda puede usarse para reemplazar un $1 \times M$ conmutador selectivo de longitud de onda discreto original y, de esta manera, transferir trabajo de selección de conmutación de encaminamiento originalmente llevado a cabo entre múltiples $1 \times M$ conmutadores selectivos de longitud de onda al interior del $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda para la implementación. En comparación con una estructura original que usa componentes discretos, el aparato de nodo se simplifica, y cuando el volumen de tráfico se expande, el número de intervalos de módulo en un lado de línea no necesita aumentar y, de esta manera, finalmente se reducen los costes de uso.

25 Un ejemplo no cubierto por la presente invención provee un aparato de nodo y, como se muestra en la Figura 2, el aparato de nodo incluye:

30 un primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 201, un segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 202, divisores de potencia 203-206 y combinadores de potencia 207-210, donde el aparato de nodo específicamente incluye:

35 El primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 201 y el segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 202 forman una estructura conectada en paralelo, cada uno de $N-1$ puertos de entrada del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 201 y cada uno de $N-1$ puertos de entrada del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 202 se conectan a uno de los divisores de potencia 203-206, y cada uno de $N-1$ puertos de salida del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 201 y cada uno de $N-1$ puertos de salida del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 202 se conectan a uno de los combinadores de potencia 207-210, donde N , en la presente memoria descriptiva, es un número natural mayor que 1, y un valor de N , en el presente ejemplo no cubierto por la presente invención, es 5. En la presente memoria descriptiva, salvo que se especifique lo contrario, tanto el primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda como el segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda tienen el mismo número de puertos en el extremo de entrada y extremo de salida. El refuerzo de una señal necesita implementarse mediante el uso de un amplificador óptico en un proceso de transmisión.

La presente invención provee un aparato de nodo, donde dos $N \times N$ conmutadores selectivos de longitud de onda se usan para formar una estructura conectada en paralelo, de modo que los dos $N \times N$ conmutadores selectivos de longitud de onda pueden funcionar como respaldo el uno del otro, y un $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda puede usarse para reemplazar un $1 \times M$ conmutador selectivo de longitud de onda discreto original y, de esta manera, transferir trabajo de selección de conmutación de encaminamiento originalmente llevado a cabo entre múltiples $1 \times M$ conmutadores selectivos de longitud de onda al interior del $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda para la implementación. En comparación con una estructura original que usa componentes discretos, el aparato de nodo se simplifica, y cuando el volumen de tráfico se expande, el número de intervalos de módulo en un lado de línea no necesita aumentar y, de esta manera, finalmente se reducen los costes de uso.

Un ejemplo no cubierto por la presente invención provee un aparato de nodo y, como se muestra en la Figura 3, el aparato de nodo incluye: un primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 301, un segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 302, un divisor de potencia 303, un combinador de potencia 304, un primer divisor de potencia 305, un primer conmutador 306, un primer transmisor 307 y un primer receptor 308, donde el aparato de nodo específicamente incluye:

Un extremo de salida del primer transmisor 307 se conecta a un extremo de entrada del primer divisor de potencia 305, y extremos de salida del primer divisor de potencia 305 se conectan, de forma separada, al $N^{\text{ésimo}}$ puerto de entrada del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 301 y al $N^{\text{ésimo}}$ puerto de entrada del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 302; el primer transmisor 307 se configura para enviar una señal de servicio, de modo que la señal de servicio entra en el primer divisor de potencia 305 y, de forma separada, entra en el $N^{\text{ésimo}}$ puerto de entrada del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 301 y en el $N^{\text{ésimo}}$ puerto de entrada del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 302 de los extremos de salida del primer divisor de potencia 305; y el $N^{\text{ésimo}}$ puerto de entrada del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 301 es un puerto de entrada excepto un puerto de entrada, que se conecta al al menos un divisor de potencia, del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 301, y el $N^{\text{ésimo}}$ puerto de entrada del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 302 es un puerto de entrada excepto un puerto de entrada, que se conecta al al menos un divisor de potencia, del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda.

Dos extremos de entrada del primer conmutador 306 se conectan, de forma separada, al $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 301 y al $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 302, y un extremo de entrada del primer receptor 308 se conecta a un extremo de salida del primer conmutador 306. El primer receptor 308 se configura para recibir una señal de servicio de trabajo del $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 301 o una señal de servicio de respaldo del $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 302; y el $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 301 es un puerto de salida excepto un puerto de salida, que se conecta al al menos un combinador de potencia, del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 301, y el $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda es un puerto de salida excepto un puerto de salida, que se conecta al al menos un combinador de potencia, del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 302. El refuerzo de una señal necesita implementarse mediante el uso de un amplificador óptico en un proceso de transmisión.

La presente invención provee un aparato de nodo, donde dos $N \times N$ conmutadores selectivos de longitud de onda se usan para formar una estructura conectada en paralelo, y amplificadores de potencia y combinadores de potencia se usan, de modo que la carga y descarga de un servicio pueden implementarse y, de esta manera, se transfiere trabajo de selección de conmutación de encaminamiento originalmente llevado a cabo entre múltiples $1 \times M$ conmutadores selectivos de longitud de onda al interior del $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda para la implementación. En comparación con una estructura original que usa componentes discretos, el aparato de nodo se simplifica, y cuando el volumen de tráfico se expande, el número de intervalos de módulo en un lado de línea no necesita aumentar y, de esta manera, finalmente se reducen los costes de uso.

Una realización de la presente invención provee un aparato de nodo y, como se muestra en la Figura 4, el aparato de nodo incluye: un primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 401, un segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 402, divisores de potencia 404-406, combinadores de potencia 407-410, un segundo $1 \times L$ conmutador selectivo de longitud de onda 411, un tercer $1 \times L$ conmutador selectivo de longitud de onda 412, un segundo $1 \times R$ divisor de potencia 413, y un tercer $1 \times R$ divisor de potencia 414, un segundo transmisor 415, un tercer transmisor 416, un segundo receptor 417, un tercer receptor 418, un segundo divisor de potencia 419, un tercer divisor de potencia 420, un segundo conmutador 421, y un tercer conmutador 422.

Un extremo de salida del segundo transmisor 415 se conecta a un extremo de entrada del segundo divisor de potencia 419, extremos de salida del segundo divisor de potencia 419 se conectan, de forma separada, a un puerto en un extremo de entrada del segundo $1 \times L$ conmutador selectivo de longitud de onda 411 y a un puerto en un extremo de entrada del tercer $1 \times L$ conmutador selectivo de longitud de onda 412, un extremo de salida del segundo $1 \times L$ conmutador selectivo de longitud de onda 411 se conecta al $N^{\text{ésimo}}$ puerto del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 401, y un extremo de salida del tercer $1 \times L$ conmutador selectivo de longitud de onda

412 se conecta al $N^{\text{ésimo}}$ puerto del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 402. El segundo transmisor 415 se configura para enviar una señal de servicio, de modo que la señal de servicio atraviesa el segundo divisor de potencia 419, el segundo $1 \times L$ conmutador selectivo de longitud de onda 411, y el tercer $1 \times L$ conmutador selectivo de longitud de onda 412, y entra en el primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 401 y en el segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 402, donde L es un número natural mayor que 1.

Un extremo de salida del tercer transmisor 416 se conecta a un extremo de entrada del tercer divisor de potencia 420, y extremos de salida del tercer divisor de potencia 420 se conectan, de forma separada, a uno de los puertos restantes, excepto un puerto ocupado, en el extremo de entrada del segundo $1 \times L$ conmutador selectivo de longitud de onda 411, y a uno de los puertos restantes, excepto un puerto ocupado, en el extremo de entrada del tercer $1 \times L$ conmutador selectivo de longitud de onda 412; y el tercer transmisor 416 se configura para enviar una señal de servicio, de modo que la señal de servicio atraviesa el tercer divisor de potencia 420, el segundo $1 \times L$ conmutador selectivo de longitud de onda 411, y el tercer $1 \times L$ conmutador selectivo de longitud de onda 412, y entra en el primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 401 y en el segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 402.

Un extremo de entrada del segundo $1 \times R$ divisor de potencia 413 se conecta al $N^{\text{ésimo}}$ puerto en el extremo de salida del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 401, un puerto en un extremo de salida del segundo $1 \times R$ divisor de potencia 413 se conecta a un extremo de entrada del segundo conmutador 421, un extremo de salida del segundo conmutador 421 se conecta a un extremo de entrada del segundo receptor 417, y uno de los puertos restantes, excepto un puerto ocupado, en el extremo de salida del segundo $1 \times R$ divisor de potencia 413 se conecta a un extremo de entrada del tercer conmutador 422. El segundo receptor 417 se configura para recibir, de manera selectiva, mediante el uso del segundo conmutador 421, una señal de servicio de trabajo del $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 401 o una señal de servicio de respaldo del $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 402, donde R es un número natural mayor que 2.

Un extremo de entrada del tercer $1 \times R$ divisor de potencia 414 se conecta al $N^{\text{ésimo}}$ puerto en un extremo de salida del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda, un puerto en un extremo de salida del tercer $1 \times R$ divisor de potencia 414 se conecta a un extremo de entrada restante, excepto un extremo ocupado, del segundo conmutador, uno de los puertos restantes, excepto un puerto ocupado, en el extremo de salida del tercer $1 \times R$ divisor de potencia 414 se conecta a un extremo de entrada restante, excepto un extremo ocupado, del tercer conmutador 422, y un extremo de salida del tercer conmutador 422 se conecta a un extremo de entrada del tercer receptor 418. El tercer receptor 418 se configura para recibir, de manera selectiva, mediante el uso del tercer conmutador 422, una señal de servicio de respaldo del $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 402 o una señal de servicio de trabajo del $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 401.

El $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 401 es un puerto de salida excepto un puerto de salida, que se conecta al al menos un combinador de potencia, del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 401, y el $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 402 es un puerto de salida excepto un puerto de salida, que se conecta al al menos un combinador de potencia, del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 402.

La realización de la presente invención provee un aparato de nodo, donde se usan dos $N \times N$ conmutadores selectivos de longitud de onda, y $1 \times L$ conmutadores selectivos de longitud de onda y $1 \times R$ divisores de potencia se usan en el aparato de nodo, que implementa la carga y recepción selectivas de una señal de servicio en el aparato de nodo. En comparación con una estructura original que usa componentes discretos, el aparato de nodo se simplifica, y cuando el volumen de tráfico se expande, el número de intervalos de módulo en un lado de línea no necesita aumentar y, de esta manera, finalmente se reducen los costes de uso.

Un ejemplo no cubierto por la presente invención provee un aparato de nodo y, como se muestra en la Figura 5A y Figura 5B, el aparato de nodo incluye: un primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 501, un segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 502, divisores de potencia 505-506, combinadores de potencia 507-510, un cuarto $1 \times S$ combinador de potencia 511, un quinto $1 \times S$ combinador de potencia 512, un cuarto $1 \times U$ conmutador selectivo de longitud de onda 515, un quinto $1 \times U$ conmutador selectivo de longitud de onda 516, un sexto $1 \times U$ conmutador selectivo de longitud de onda 517, y un séptimo $1 \times U$ conmutador selectivo de longitud de onda 518, un cuarto divisor de potencia 523, un quinto divisor de potencia 524, un sexto divisor de potencia 525, un séptimo divisor de potencia 526, un cuarto transmisor 531, un quinto transmisor 532, un sexto transmisor 533, y un séptimo transmisor 534; y

un cuarto $1 \times S$ conmutador selectivo de longitud de onda 513, un quinto $1 \times S$ conmutador selectivo de longitud de onda 514, un cuarto $1 \times U$ divisor de potencia 519, un quinto $1 \times U$ divisor de potencia 520, un sexto $1 \times U$ divisor de potencia 521, y un séptimo $1 \times U$ divisor de potencia 522, un cuarto conmutador 527, un quinto conmutador 528, un

sexto conmutador 529, un séptimo conmutador 530, un cuarto receptor 535, un quinto receptor 536, un sexto receptor 537, y un séptimo receptor 538.

Un extremo de salida del cuarto transmisor 531 se conecta a un extremo de entrada del cuarto divisor de potencia 523, y extremos de salida del cuarto divisor de potencia 523 se conectan, de forma separada, a un puerto en un extremo de entrada del cuarto 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 515 y a un puerto en un extremo de entrada del sexto 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 517; un extremo de salida del quinto transmisor 532 se conecta a un extremo de entrada del quinto divisor de potencia 524, y extremos de salida del quinto divisor de potencia 524 se conectan, de forma separada, a uno de los puertos restantes, excepto un puerto ocupado, en el extremo de entrada del cuarto 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 515 y a uno de los puertos restantes, excepto un puerto ocupado, en el extremo de entrada del sexto 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 517; y un extremo de salida del cuarto 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 515 se conecta a un extremo de entrada del cuarto 1 x S combinador de potencia 511, un extremo de salida del sexto 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 517 se conecta a un extremo de entrada del quinto 1 x S combinador de potencia 512, un extremo de salida del cuarto 1 x S combinador de potencia 511 se conecta al $N^{\text{ésimo}}$ puerto del primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda 501, y un extremo de salida del quinto 1 x S combinador de potencia 512 se conecta al $N^{\text{ésimo}}$ puerto del segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda 502. El cuarto transmisor 531 se configura para enviar una señal de servicio, de modo que la señal de servicio atraviesa el cuarto divisor de potencia 523, el cuarto 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 515, y el sexto 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 517, luego atraviesa, de forma separada, el cuarto 1 x S combinador de potencia 511 y el quinto 1 x S combinador de potencia 516, y luego entra, de forma separada, en el primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda 501 y en el segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda 502; y el quinto transmisor 532 se configura para enviar una señal de servicio, de modo que la señal de servicio atraviesa el quinto divisor de potencia 524, el cuarto 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 515, y el sexto 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 517, luego atraviesa, de forma separada, el cuarto 1 x S combinador de potencia 511 y el quinto 1 x S combinador de potencia 512, y luego entra, de forma separada, en el primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda 501 y en el segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda 502, donde U es un número natural mayor que 1, y S es un número natural mayor que 1.

Un extremo de salida del sexto transmisor 533 se conecta a un extremo de entrada del sexto divisor de potencia 525, y extremos de salida del sexto divisor de potencia 525 se conectan, de forma separada, a un puerto en un extremo de entrada del quinto 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 516 y a un puerto en un extremo de entrada del séptimo 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 518; un extremo de salida del séptimo transmisor 534 se conecta a un extremo de entrada del séptimo divisor de potencia 526, y extremos de salida del séptimo divisor de potencia 526 se conectan, de forma separada, a uno de los puertos restantes, excepto un puerto ocupado, en el extremo de entrada del quinto 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 516 y a uno de los puertos restantes, excepto un puerto ocupado, en el extremo de entrada del séptimo 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 518; y un extremo de salida del quinto 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 516 se conecta a uno de los puertos restantes, excepto un puerto ocupado, en el extremo de entrada del cuarto 1 x S combinador de potencia 511, y un extremo de salida del séptimo 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 518 se conecta a uno de los puertos restantes, excepto un puerto ocupado, en el extremo de entrada del quinto 1 x S combinador de potencia 512. El sexto transmisor 533 se configura para enviar una señal de servicio, de modo que la señal de servicio atraviesa el sexto divisor de potencia 525, el quinto 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 516, y el séptimo 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 518, luego atraviesa, de forma separada, el cuarto 1 x S combinador de potencia 511 y el quinto 1 x S combinador de potencia 512, y luego entra, de forma separada, en el primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda 501 y en el segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda 502; y el séptimo transmisor 534 se configura para enviar una señal de servicio, de modo que la señal de servicio atraviesa el séptimo divisor de potencia 526, el quinto 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 516, y el séptimo 1 x U conmutador selectivo de longitud de onda 518, y luego atraviesa, de forma separada, el cuarto 1 x S combinador de potencia 511 y el quinto 1 x S combinador de potencia 512, y entra en el primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda 501 y en el segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda 502.

Un extremo de entrada del cuarto 1 x S conmutador selectivo de longitud de onda 511 se conecta al $N^{\text{ésimo}}$ puerto en un extremo de salida del primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda 501, un puerto en un extremo de salida del cuarto 1 x S conmutador selectivo de longitud de onda 511 se conecta a un extremo de entrada del cuarto 1 x U divisor de potencia 519, extremos de salida del cuarto 1 x U divisor de potencia 519 se conectan, de forma separada, a un extremo de entrada del cuarto conmutador 527 y a un extremo de entrada del quinto conmutador 528, un extremo de salida del cuarto conmutador 527 se conecta a un extremo de entrada del cuarto receptor 535, y un extremo de salida del quinto conmutador 528 se conecta a un extremo de entrada del quinto receptor 536; y otro puerto en el extremo de salida del cuarto 1 x S conmutador selectivo de longitud de onda 513 se conecta a un extremo de entrada del quinto 1 x U divisor de potencia 520, y extremos de salida del quinto 1 x U divisor de potencia 520 se conectan, de forma separada, a un extremo de entrada del sexto conmutador 529 y a un extremo de entrada del séptimo conmutador 530. El cuarto receptor 535 y el quinto receptor 536 se configuran para recibir una

señal de servicio de trabajo del $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 501 o una señal de servicio de respaldo del $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 502.

5 Un extremo de entrada del quinto $1 \times S$ conmutador selectivo de longitud de onda 514 se conecta al $N^{\text{ésimo}}$ puerto en un extremo de salida del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 502, un puerto en un extremo de salida del quinto $1 \times S$ conmutador selectivo de longitud de onda 514 se conecta a un extremo de entrada del sexto $1 \times U$ divisor de potencia 521, y extremos de salida del sexto $1 \times U$ divisor de potencia 521 se conectan, de forma separada, a un extremo de entrada restante, excepto un extremo ocupado, del cuarto conmutador 527 y a un extremo de entrada restante, excepto un extremo ocupado, del quinto conmutador 528; otro puerto en el extremo de salida del quinto $1 \times S$ conmutador selectivo de longitud de onda 514 se conecta a un extremo de entrada del séptimo $1 \times U$ divisor de potencia 522, extremos de salida del séptimo $1 \times U$ divisor de potencia 522 se conectan, de forma separada, a un extremo de entrada restante, excepto un extremo ocupado, del sexto conmutador 529 y a un extremo de entrada restante, excepto un extremo ocupado, del séptimo conmutador 530, un extremo de salida del sexto conmutador 529 se conecta a un extremo de entrada del sexto receptor 537, y un extremo de salida del séptimo conmutador 530 se conecta a un extremo de entrada del séptimo receptor 538. El sexto receptor 537 y el séptimo receptor 538 se configuran para recibir una señal de servicio de trabajo del $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 501 o una señal de servicio de respaldo del $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 502.

20 El $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 501 es un puerto de salida excepto un puerto de salida, que se conecta al al menos un combinador de potencia, del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 501, y el $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 502 es un puerto de salida excepto un puerto de salida, que se conecta al al menos un combinador de potencia, del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 502.

25 El ejemplo no cubierto por la presente invención provee un aparato de nodo, en un lado de carga de servicio local, un $1 \times S$ combinador de potencia se añade entre un $1 \times U$ conmutador selectivo de longitud de onda y un $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda, de modo que una señal que se cargará se envía desde un transmisor diferente, atraviesa un divisor de potencia y múltiples $1 \times U$ conmutadores selectivos de longitud de onda, finalmente atraviesa el $1 \times S$ combinador de potencia, y luego entra en el $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda; y en un lado de descarga de servicio local, un $1 \times S$ conmutador selectivo de longitud de onda se añade entre un $1 \times U$ divisor de potencia y un $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda, de modo que una señal que se descargará atraviesa el $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda, el $1 \times S$ conmutador selectivo de longitud de onda, y múltiples $1 \times U$ divisores de potencia, finalmente atraviesa un conmutador, y se recibe por un receptor diferente y, de esta manera, implementa la selección de encaminamiento de múltiples señales. En comparación con una estructura original que usa componentes discretos, el aparato de nodo se simplifica, y cuando el volumen de tráfico se expande, el número de intervalos de módulo en un lado de línea no necesita aumentar y, de esta manera, finalmente se reducen los costes de uso.

35 Un ejemplo no cubierto por la presente invención además provee un aparato de nodo y, como se muestra en la Figura 6A y Figura 6B, el aparato de nodo incluye: un primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 601, un segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 602, divisores de potencia 603-606, combinadores de potencia 607-610, $1 \times W$ conmutadores selectivos de longitud de onda 611-618, $1 \times V$ divisores de potencia 619-626, divisores de potencia 627-628, conmutadores 629-630, transmisores 631-632, y receptores 633-634, donde el aparato de nodo además incluye:

$K \times K$ conmutadores de lado de carga 635-636, y $K \times K$ conmutadores de lado de descarga 637-638.

45 Los divisores de potencia de lado de carga 627-628 envían, de forma separada, señales, que se envían por los transmisores de lado de carga 631-632, a los al menos dos $K \times K$ conmutadores de lado de carga 635-636, de modo que las señales, después de seleccionarse por los $K \times K$ conmutadores de lado de carga 635-636 y de atravesar los al menos dos $1 \times W$ conmutadores selectivos de longitud de onda 611-618, se envían al primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 601 y al segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 602.

50 Los al menos dos $1 \times V$ divisores de potencia 619-626 reciben las señales del primer $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 601 y del segundo $N \times N$ conmutador selectivo de longitud de onda 602, y envían, de forma separada, las señales a los $K \times K$ conmutadores de lado de descarga 637-638, y las señales, después de seleccionarse por los $K \times K$ conmutadores de lado de descarga 637-638 y de atravesar los conmutadores de lado de descarga 629-630, se envían, de forma separada, a los receptores de lado de descarga 633-634, y finalmente se reciben por los receptores 633-634, donde un valor de V es un número natural mayor que 1, y un valor de K es un número natural mayor que 3.

55 El refuerzo de una señal necesita implementarse mediante el uso de un amplificador óptico en un proceso de transmisión. A modo de ejemplo, en el ejemplo no cubierto por la presente invención, $N=8$, $W=20$, y $V=20$. Cada $K \times$

K conmutador se conecta a cuatro 1 x U conmutadores selectivos de longitud de onda o a cuatro 1 x S divisores de potencia y, por lo tanto, un valor de K en el K x K conmutador es 80, donde solo una relación numérica entre los tres se representa en la presente memoria, un valor de N es un número natural mayor que 2, valores de W y V son números naturales mayores que 1, y un valor de K es un número natural mayor que 3.

- 5 Un gran número de puertos pueden conectarse, de manera simultánea, a la estructura anterior, y K x K conmutadores se añaden en trayectos de carga y descarga, lo cual puede mejorar las capacidades de selección de múltiples grupos de señales, y la estructura de nodo es aplicable a la transmisión de una señal coherente.

Si los 1 x W conmutadores selectivos de longitud de onda 611-618 en el anterior aparato de nodo se reemplazan por multiplexores, y los 1 x V divisores de potencia 619-626 en el anterior aparato de nodo se reemplazan por demultiplexores, un aparato de nodo después del reemplazo es aplicable a la transmisión de una señal no coherente.

Además, el aparato de nodo además incluye:

K x K conmutadores de lado de carga 635-636, y K x K conmutadores de lado de descarga 637-638.

15 Los divisores de potencia de lado de carga 627-628 envían, de forma separada, señales, las cuales se envían por los transmisores de lado de carga 631-632, a los al menos dos K x K conmutadores de lado de carga 635-636, de modo que las señales, después de seleccionarse por los K x K conmutadores de lado de carga 635-636, se envían al primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda 601 y al segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda 602, donde un valor de K es un número natural mayor que 1; y los K x K conmutadores de lado de descarga 637-638 reciben, de forma separada, señales del primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda 601 y del
20 segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda 602, de modo que las señales, después de seleccionarse por los K x K conmutadores 637-638 y de atravesar los conmutadores de lado de descarga 629-630, se envían, de forma separada, a los receptores de lado de descarga 633-634, y finalmente se reciben por los receptores 633-634, donde un valor de K es un número natural mayor que 1.

25 En el ejemplo no cubierto por la presente invención, K x K conmutadores se añaden en trayectos de carga y descarga de una estructura conectada en paralelo formada por dos N x N conmutadores selectivos de longitud de onda, de modo que una señal que se procesará puede seleccionarse, que puede adaptarse a la carga y descarga de múltiples grupos de señales ópticas de igual longitud de onda e implementa una función de no bloqueo. Además, también puede asegurarse que, en comparación con un aparato de nodo original que usa componentes discretos, una estructura de nodo se simplifica y los costes se reducen.

30 En las diversas realizaciones provistas en la presente memoria descriptiva, se debe comprender que el método y aparato descritos pueden implementarse de otras maneras. Por ejemplo, la realización del aparato descrita es meramente a modo de ejemplo. Por ejemplo, la división de unidad es meramente una división de función lógica y en la implementación real la división puede ser otra. Por ejemplo, se pueden combinar o integrar en otro sistema múltiples unidades o componentes, o algunas características se pueden ignorar o no llevar a cabo. Además, los acoplamientos mutuos representados o descritos o los acoplamientos directos o conexiones de comunicación se pueden implementar a través de algunas interfaces. Los acoplamientos indirectos o conexiones de comunicación
35 entre los aparatos o unidades se pueden implementar de forma electrónica, mecánica u otras.

Las unidades descritas como partes separadas pueden o pueden no estar físicamente separadas, y las partes que se muestran como unidades pueden o pueden no ser unidades físicas, pueden estar ubicadas en una posición, o
40 pueden distribuirse en múltiples unidades de red. Algunas o todas las unidades se pueden seleccionar según las necesidades reales para lograr los objetivos de las soluciones de las realizaciones.

Además, las unidades funcionales en las realizaciones de la presente invención se pueden integrar en una unidad de procesamiento, o cada una de las unidades puede existir sola físicamente, o dos o más unidades se integran en una unidad. La unidad integrada se puede implementar en una forma de hardware o se puede implementar en una
45 forma de hardware además de una unidad funcional de software.

Cuando la unidad integrada anterior se implementa en la forma de una unidad funcional de software, la unidad integrada se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. La unidad funcional de software se almacena en un medio de almacenamiento e incluye diversas instrucciones para ordenar a un dispositivo informático (que puede ser un ordenador personal, un servidor o un dispositivo de red) que lleve a cabo
50 algunas de las etapas de los métodos descritos en las realizaciones de la presente invención. El medio de almacenamiento anterior incluye: cualquier medio que pueda almacenar un código de programa como, por ejemplo, una memoria USB, un disco duro extraíble, una memoria de solo lectura (Memoria de Solo Lectura, ROM, por sus siglas en inglés), una memoria de acceso aleatorio (Memoria de Acceso Aleatorio, RAM, por sus siglas en inglés), un disco magnético o un disco óptico.

55

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de nodo, en donde el aparato de nodo comprende: un primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda (401), un segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda (402), al menos un divisor de potencia (403, 404, 405, 406), y al menos un combinador de potencia (407, 408, 409, 410), en donde el aparato de nodo comprende:
- 5 el primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda (401) y el segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda (402) forman una estructura conectada en paralelo, cada divisor de potencia (403, 404, 405, 406) tiene un extremo de entrada y dos extremos de salida, y los dos extremos de salida son un primer extremo de salida y un segundo extremo de salida; el primer extremo de salida de cada divisor de potencia (403, 404, 405, 406) se conecta a un extremo de entrada diferente del primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda (401), y el segundo extremo de salida de cada divisor de potencia (403, 404, 405, 406) se conecta a un extremo de entrada diferente del segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda (402); cada combinador de potencia (407, 408, 409, 410) tiene dos extremos de entrada y un extremo de salida, y los dos extremos de entrada son un primer extremo de entrada y un segundo extremo de entrada; y el primer extremo de entrada de cada combinador de potencia (407, 408, 409, 410) se conecta a un extremo de salida del primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda (401), y el segundo extremo de entrada de cada combinador de potencia se conecta a un extremo de salida del segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda (402), en donde N es un número natural mayor que 1; y
- 10 cada divisor de potencia (403, 404, 405, 406) se configura para enviar, mediante el uso del primer extremo de salida, una señal que comprende un servicio de trabajo y un servicio de respaldo al primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda (401), cada divisor de potencia (403, 404, 405, 406) se configura para enviar, mediante el uso del segundo extremo de salida, la señal que comprende el servicio de trabajo y el servicio de respaldo al segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda (402), el primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda (401) que bloquea el conmutador (401) se configura para bloquear el servicio de respaldo en la señal, conmutar el servicio de trabajo, y enviar el servicio de trabajo al combinador de potencia mediante el uso del primer extremo de entrada del combinador de potencia (407, 408, 409, 410), y el segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda (402) se configura para bloquear el servicio de trabajo en la señal, conmutar el servicio de respaldo, y enviar el servicio de respaldo al combinador de potencia (407, 408, 409, 410) mediante el uso del segundo extremo de entrada del combinador de potencia (407, 408, 409, 410);
- 15 en donde el aparato de nodo además comprende:
- 20 un primer transmisor (415), un segundo transmisor (416), un primer receptor (417), un segundo receptor (418), un primer divisor de potencia (419), un segundo divisor de potencia (420), un primer conmutador (421), un segundo conmutador (422), un primer 1 x L conmutador selectivo de longitud de onda (411), un segundo 1 x L conmutador selectivo de longitud de onda (412), un primer 1 x R divisor de potencia (413), y un segundo 1 x R divisor de potencia (414), en donde
- 25 un extremo de salida del primer transmisor (415) se conecta a un extremo de entrada del primer divisor de potencia (419), extremos de salida del primer divisor de potencia (419) se conectan, de forma separada, a un puerto en un extremo de entrada del primer 1 x L conmutador selectivo de longitud de onda (411) y a un puerto en un extremo de entrada del segundo 1 x L conmutador selectivo de longitud de onda (412), un extremo de salida del primer 1 x L conmutador selectivo de longitud de onda (411) se conecta al $N^{\text{ésimo}}$ puerto del primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda (401), y un extremo de salida del segundo 1 x L conmutador selectivo de longitud de onda (412) se conecta al $N^{\text{ésimo}}$ puerto del segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda (402); y el primer transmisor (415) se configura para enviar una señal de servicio, de modo que la señal de servicio atraviesa el primer divisor de potencia (419), el primer 1 x L conmutador selectivo de longitud de onda (411) y el segundo 1 x L conmutador selectivo de longitud de onda (412), y entra en el primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda (401) y en el segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda (402), en donde L es un número natural mayor que 1;
- 30 un extremo de salida del segundo transmisor (416) se conecta a un extremo de entrada del segundo divisor de potencia (420), extremos de salida del segundo divisor de potencia (420) se conectan, de forma separada, a uno de los puertos restantes, excepto un puerto ocupado, en el extremo de entrada del primer 1 x L conmutador selectivo de longitud de onda (411), y a uno de los puertos restantes, excepto un puerto ocupado, en el extremo de entrada del segundo 1 x L conmutador selectivo de longitud de onda (412); y el segundo transmisor (416) se configura para enviar una señal de servicio, de modo que la señal de servicio atraviesa el segundo divisor de potencia (420), el primer 1 x L conmutador selectivo de longitud de onda (411), y el segundo 1 x L conmutador selectivo de longitud de onda (412), y entra en el primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda (401) y en el segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda (402);
- 35 un extremo de entrada del primer 1 x R divisor de potencia (413) se conecta al $N^{\text{ésimo}}$ puerto en el extremo de salida del primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda (401), un puerto en un extremo de salida del primer 1 x R divisor de potencia (413) se conecta a un extremo de entrada del primer conmutador (421), un extremo de salida del

5 primer conmutador (421) se conecta a un extremo de entrada del primer receptor (417), y uno de los puertos restantes, excepto un puerto ocupado, en el extremo de salida del primer 1 x R divisor de potencia (413) se conecta a un extremo de entrada del segundo conmutador (422); y el primer receptor (417) se configura para recibir, de forma selectiva, mediante el uso del primer conmutador (421), una señal de servicio de trabajo del $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda (401) o una señal de servicio de respaldo del $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda (402), en donde R es un número natural mayor que 1;

10 un extremo de entrada del segundo 1 x R divisor de potencia (414) se conecta al $N^{\text{ésimo}}$ puerto en un extremo de salida del segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda (402), un puerto en un extremo de salida del segundo 1 x R divisor de potencia (414) se conecta a un extremo de entrada restante, excepto un extremo ocupado, del primer conmutador (421), uno de los puertos restantes, excepto un puerto ocupado, en el extremo de salida del segundo 1 x R divisor de potencia (414) se conecta a un extremo de entrada restante, excepto un extremo ocupado, del segundo conmutador (422), y un extremo de salida del segundo conmutador (422) se conecta a un extremo de entrada del segundo receptor (418); y el segundo receptor (418) se configura para recibir, de forma selectiva, mediante el uso del segundo conmutador (422), una señal de servicio de respaldo del $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda (402) o una señal de servicio de trabajo del $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda (401); y

20 el $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda (401) es un puerto de salida excepto un puerto de salida, que se conecta al al menos un combinador de potencia (407, 408, 409, 410), del primer N x N conmutador selectivo de longitud de onda (401), y el $N^{\text{ésimo}}$ puerto de salida del segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda (402) es un puerto de salida excepto un puerto de salida, que se conecta al al menos un combinador de potencia (407, 408, 409, 410), del segundo N x N conmutador selectivo de longitud de onda (402).

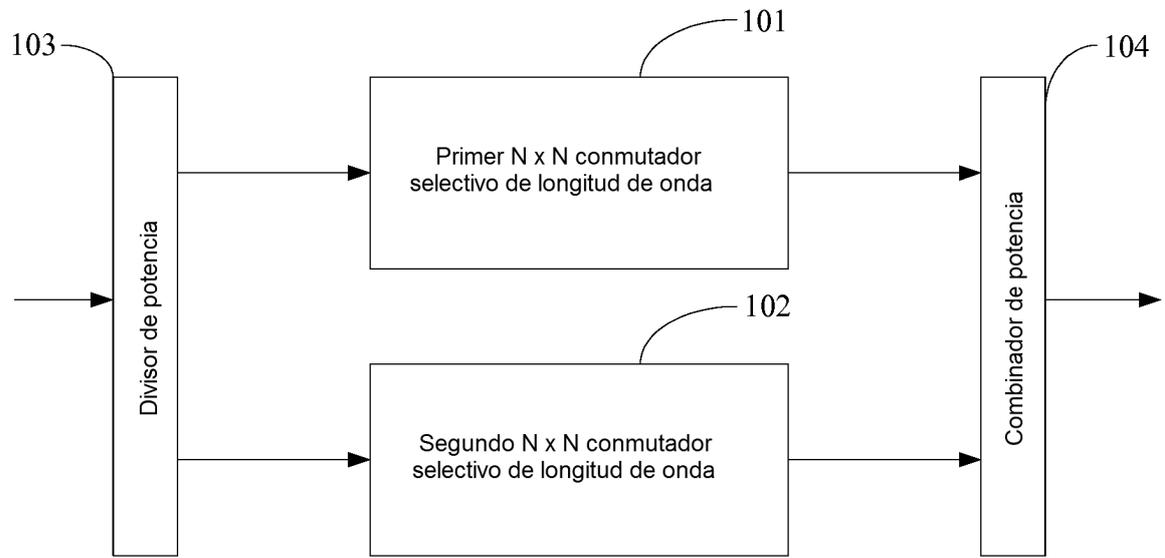


FIG. 1

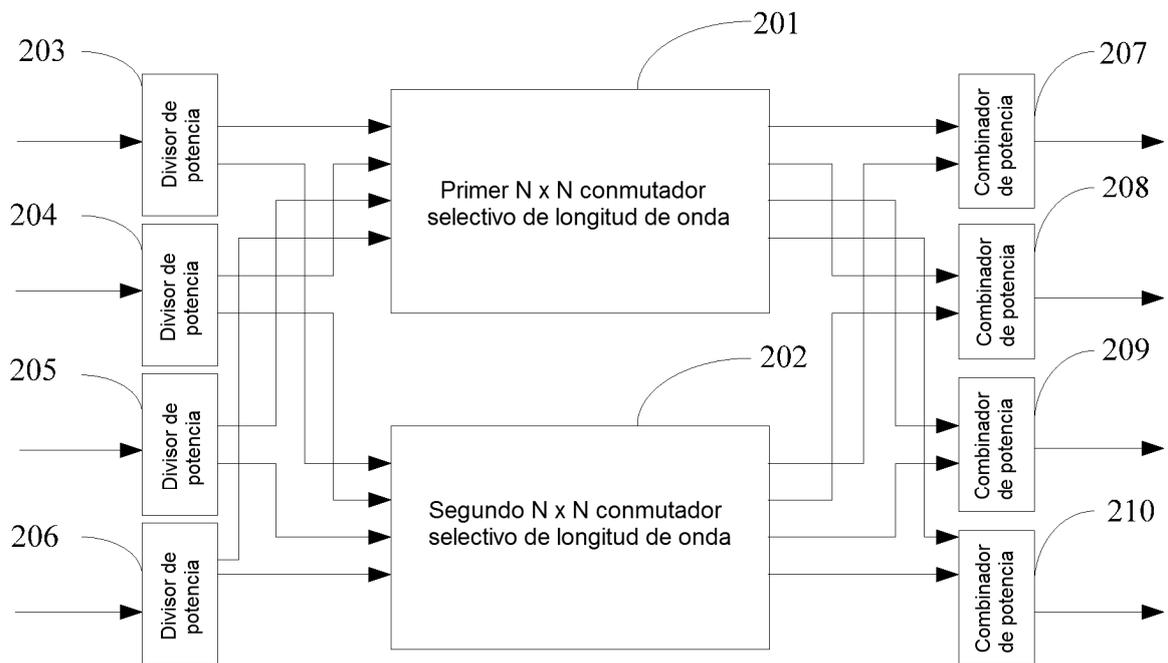


FIG. 2

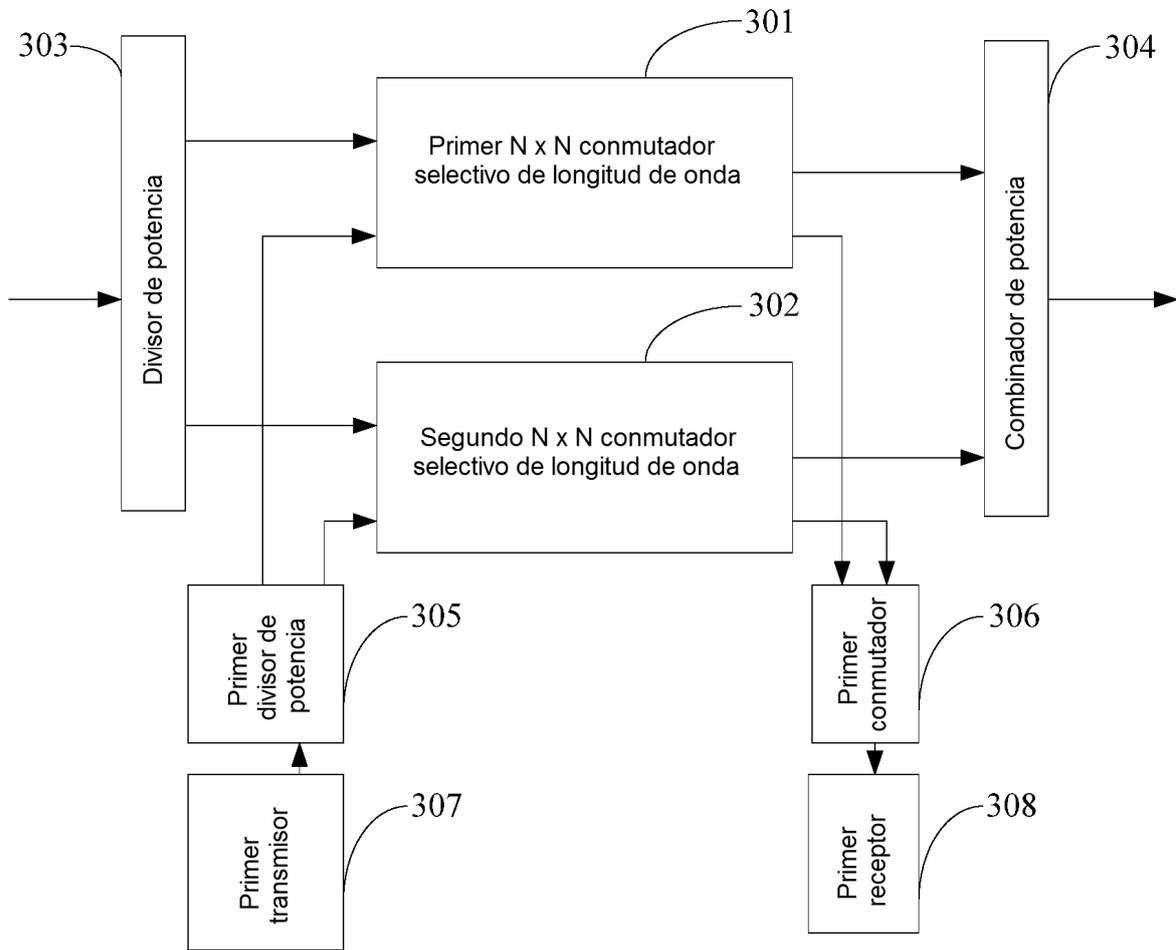


FIG. 3

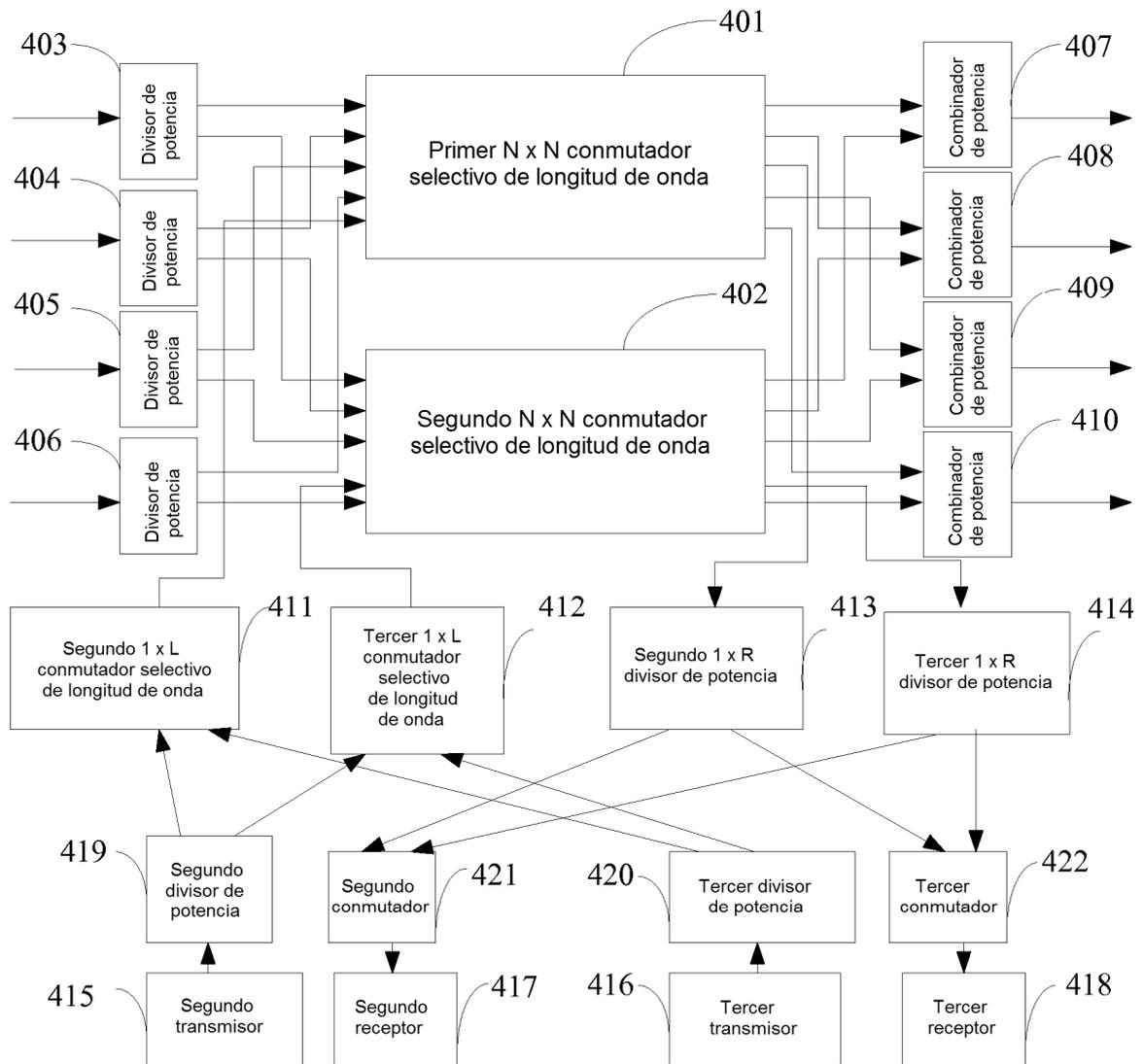


FIG. 4

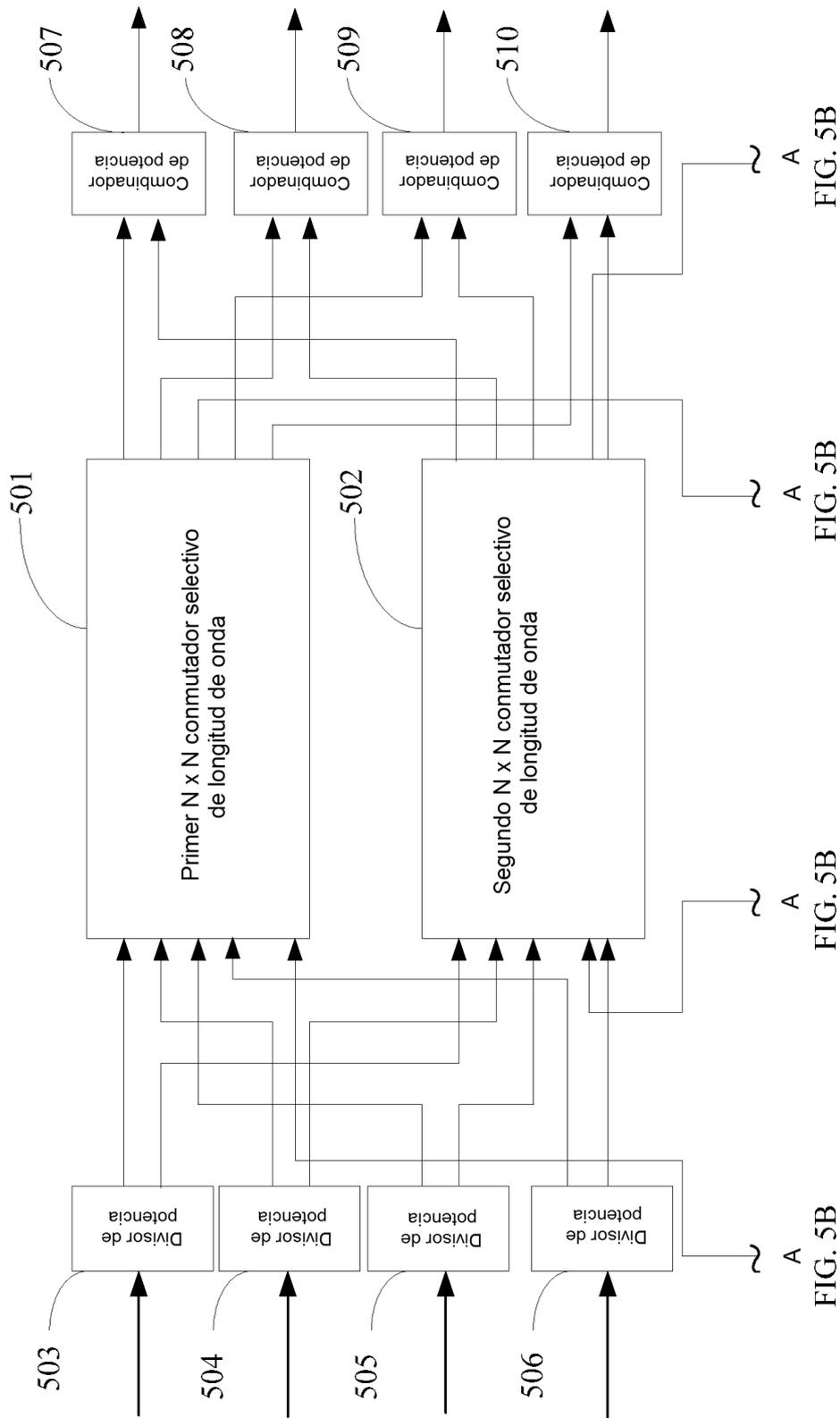


FIG. 5A

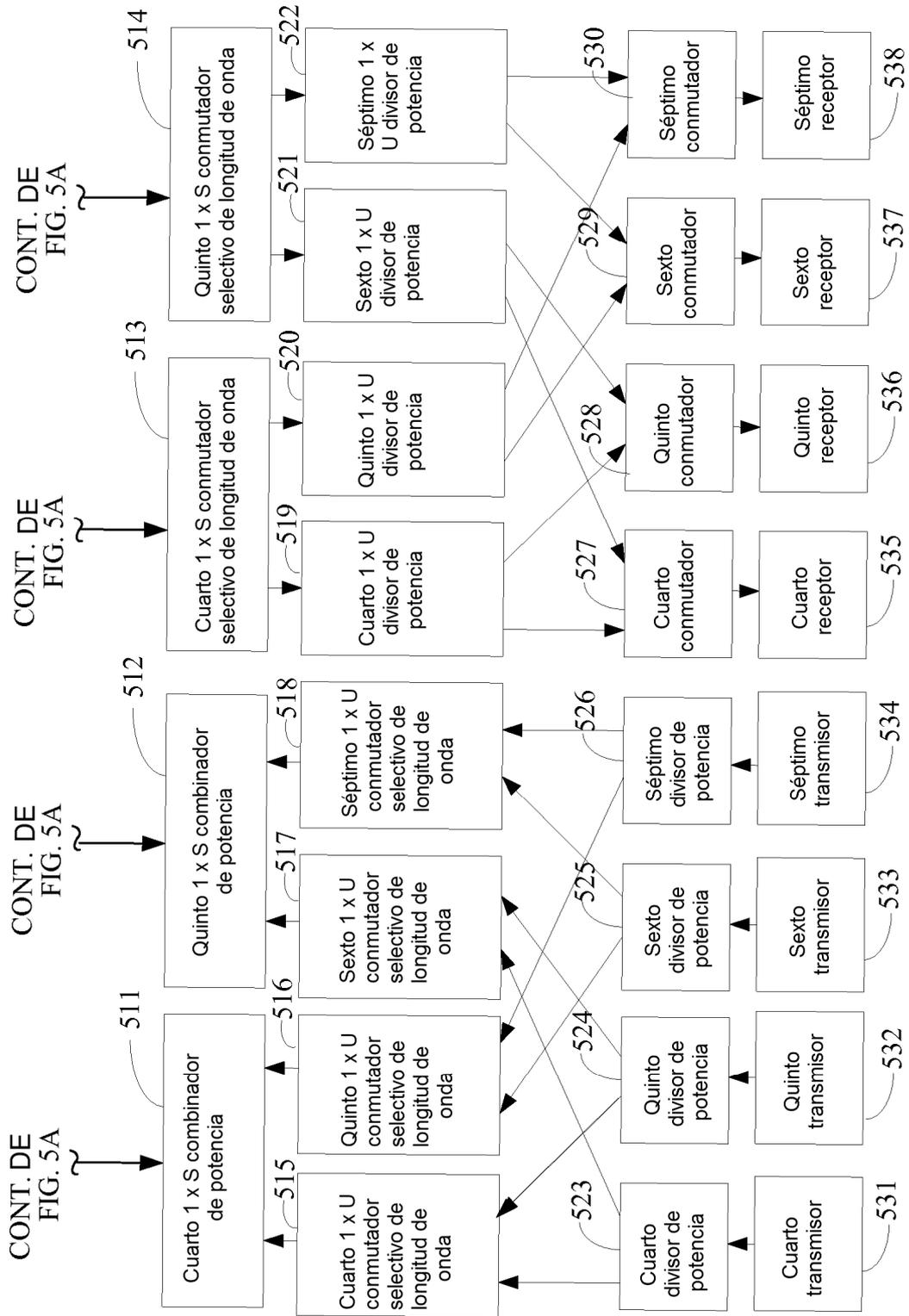


FIG. 5B

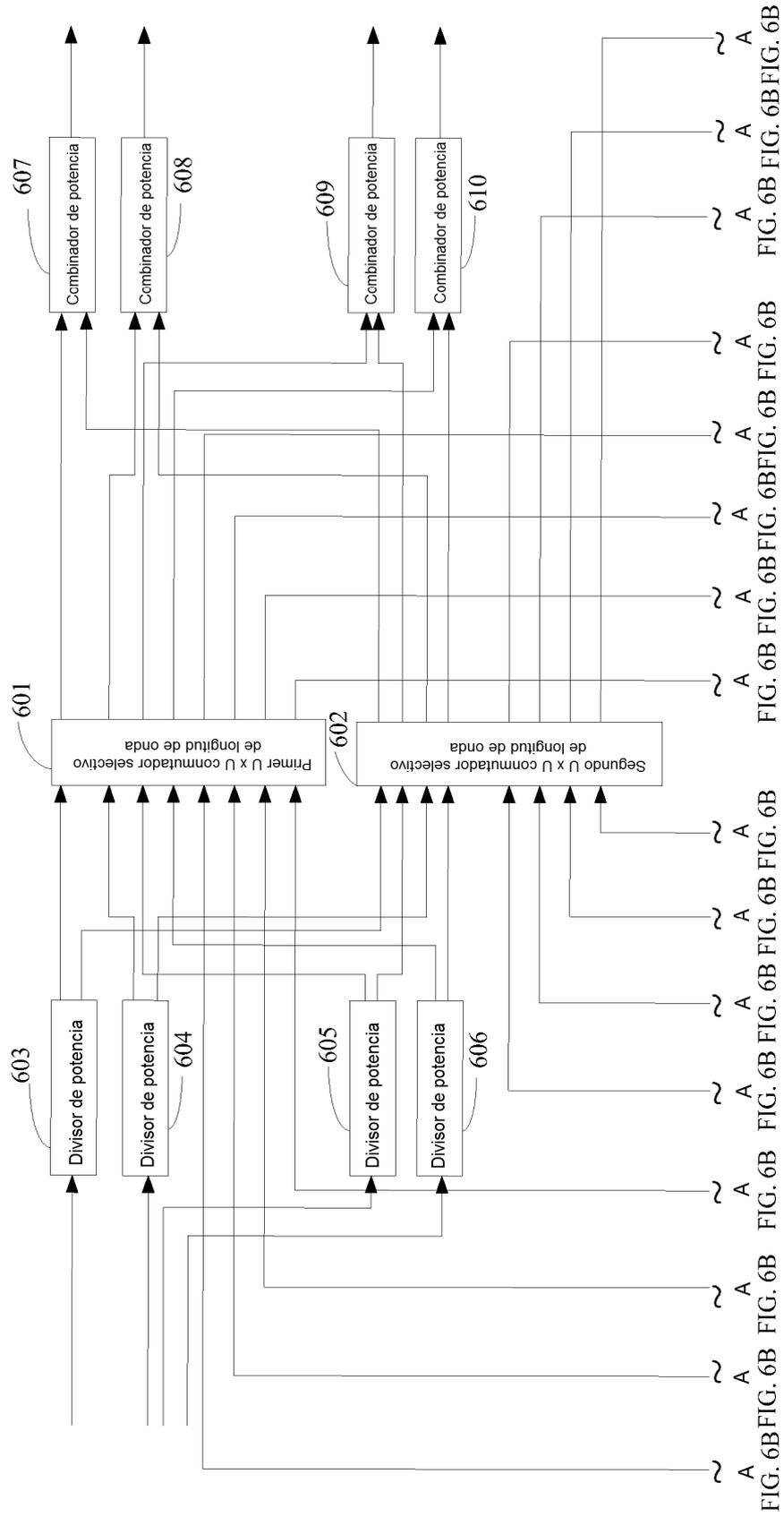


FIG. 6A

