

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 012**

51 Int. Cl.:

**H04B 10/27** (2013.01)

**H04J 14/02** (2006.01)

**H04B 10/2575** (2013.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.10.2005 PCT/US2005/037413**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.04.2006 WO06044885**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2005 E 05820774 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017 EP 1805913**

54 Título: **Sistema de distribución de señal inalámbrica y método**

30 Prioridad:

**19.10.2004 US 969294**

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

**16.02.2018**

73 Titular/es:

**NEXTG NETWORKS, INC. (100.0%)  
1500 Corporate Drive  
Canonsburg, PA 15317, US**

72 Inventor/es:

**WAKE, DAVID**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 655 012 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema de distribución de señal inalámbrica y método

## 5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a sistemas de comunicaciones inalámbricas y métodos y en particular a una red de distribución de señal para uso en estos sistemas.

10 La estructura básica de una red inalámbrica convencional se representa en la Figura 1. A modo de ejemplo, los nombres dados a los diversos elementos de la red mostrados en la Figura 1 se toman de la norma de Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM), que es el sistema de comunicaciones inalámbricas más exitoso y extendido en el mundo. Debe observarse, sin embargo, que se usan arquitecturas similares con otros protocolos inalámbricos.

15 La red principal comprende un número de Centros de Conmutación Móviles (MSC) 1 interconectados que tienen enlaces a una red telefónica pública conmutada (PSTN). Cada MSC se conecta a un número de controladores de estación base (BSC) 2 y cada BSC conecta a un número de estaciones transceptoras base (BTS) 3 distribuidas. Cada BTS se co-ubica con una antena 4 que radia las señales inalámbricas que se generan mediante las BTS en el espacio libre. Cada BTS proporciona conectividad inalámbrica a un número de estaciones móviles (MS) 5 que comúnmente serían teléfonos móviles. El área de cobertura de la red inalámbrica se subdivide en células 6, cada una servida por una BTS. El enlace entre el BSC y BTS 7 (conocido como la interfaz A-bis en GSM), es una interfaz digital de banda base que normalmente se ejecuta en una línea T1/E1 de radio de microondas o fibra óptica.

25 Las señales inalámbricas generadas por la BTS comprenden un número de canales, estando cada canal dedicado a una MS particular durante la duración de la llamada. En GSM, los canales se diferencian mediante una combinación de frecuencia y tiempo. Cada frecuencia, conocida como una portadora de radio, puede soportar hasta 8 usuarios en una base de división de tiempo. La salida de una BTS, por lo tanto, comprende un número de portadoras de radio analógicas, que se radian mediante la antena co-ubicada.

30 Una arquitectura alternativa, como se describe en la Patente de Estados Unidos N.º 5.682.256, se representa en la Figura 2. En este documento, las BTS están centralizadas en lugar de distribuidas. En el siguiente texto, únicamente se describe el enlace directo (desde BTS a MS) por razones de brevedad, aunque el enlace inverso (de MS a BTS) también está presente. Las salidas RF analógicas desde las BTS co-ubicadas se suministran en una matriz de conmutador RF central 8. Las salidas de la matriz de conmutador RF se conectan a un número de unidades de transceptor óptico (OTU) 9 que cubren las señales de RF a señales ópticas para transmisión en líneas de fibra óptica 10. El enlace de transmisión es analógico en naturaleza y la técnica se conoce comúnmente como fibra sobre radio. Cada sitio de antena ahora tiene una unidad de antena remota (RAU) 11 en lugar de la BTS de la Figura 1. La RAU convierte la señal óptica desde la OTU de vuelta a forma RF, que a continuación se amplifica y radia desde la antena.

45 En esta arquitectura, las caras y complejas BTS se co-ubican en un entorno benigno (en ocasiones conocido como un hotel de BTS), que conduce a costes de mantenimiento y operativos reducidos. También, la centralización de las portadoras de radio implica que se requieren menos portadoras para el mismo grado de servicio, conduciendo a gasto de capital reducido en BTS. Adicionalmente, la matriz de conmutador RF permite que la capacidad se asigne dinámicamente, de modo que aún menos BTS se necesitan para situaciones en las que las demandas de capacidad fluctúan tanto en una base espacial como temporal. Este tipo de sistema puede usarse en situaciones en las que las BTS pertenecen a más de un operador de red, ya que la matriz de conmutador permite que cada operador tenga su propio plan de radio independiente. Una descripción más detallada de los beneficios de este enfoque puede encontrarse en el documento reciente de Wake y Beacham, "Radio over fiber networks for mobile communications", Actas de SPIE, vol. 5466, 2004.

55 La Patente de Estados Unidos N.º 5.627.879 divulga una arquitectura de red BTS centralizada en la que los enlaces de transmisión entre las OTU y RAU son digitales en lugar de analógicos. Enlaces digitales tienen un número de ventajas sobre enlaces analógicos en aplicaciones que requieren intervalo dinámico alto, porque enlaces analógicos sufren de una acumulación de ruido y distorsión. Esta arquitectura combina las salidas analógicas de frecuencia de radio (RF) de las BTS, realiza una función de conversión descendente de frecuencia y a continuación convierte la señal de frecuencia intermedia (IF) resultante a forma digital usando un convertidor de analógico a digital (ADC) rápido. Esta señal "RF digital" se transmite usando enlaces de transmisión de fibra óptica digitales convencionales a las RAU en las que se convierte de vuelta a forma analógica usando un convertidor de digital a analógico (DAC) rápido y a continuación se convierte ascendentemente de IF a RF. A continuación, esta señal RF reconstituida se amplifica, filtra y radia desde las antenas.

65 La publicación de la Patente de Estados Unidos US 2001/0036163 toma este concepto básico y lo amplía para describir un sistema BTS centralizado multi-protocolo y multi-operador. En este documento, cada salida de BTS se convierte descendentemente y digitaliza usando ADC separados. Las salidas digitales de los ADC se multiplexan en

el concentrador central antes de transmisión y se transportan a las RAU usando un sistema de transporte común. En la RAU las señales digitales se demultiplexan y cada protocolo u operador tiene un "módulo de sector" independiente que transforma la señal resultante a RF. El documento US 2002/0186436, sobre el que se caracterizan las reivindicaciones independientes, divulga una red.

Sin embargo existe un número de problemas con estos enfoques, en términos de flexibilidad de provisión y asignación de servicio, resiliencia a fallo y eficiencia de transmisión.

#### Breve resumen de la invención

La presente invención proporciona una arquitectura de red de distribución de señal inalámbrica que proporciona múltiples operadores con una plataforma de transporte de bajo coste y eficiente para múltiples protocolos con una potencia RF alta en las antenas. Esta arquitectura se basa en el principio de que también debe ser rentable en despliegue inicial incluso aunque pueda soportar únicamente un operador en ese momento. La arquitectura, por lo tanto, es expandible y escalable, teniendo cada operador o protocolo equipo mayormente separado que puede retroadaptarse sin interrupción del servicio a operadores o protocolos existentes. En aspectos de la presente invención, se proporcionan un sistema de distribución de señal inalámbrica de acuerdo con la reivindicación 1, un nodo en un sistema de comunicaciones de acuerdo con la reivindicación 20 y un método de comunicaciones de acuerdo con la reivindicación 21.

En una realización, la presente invención comprende un sistema que usa un único anillo de fibra para convertir uno o más hoteles de BTS con varios nodos de acceso remotos. Cada operador tiene una o más longitudes de onda ópticas separadas o bien en arquitectura de multiplexación de división de longitud de onda aproximada o densa (CWDM o DWDM), que ayuda a modularidad y capacidad de expansión de sistema. El flujo de señal alrededor del anillo puede ser o bien unidireccional o bidireccional, proporcionando el último resiliencia a un punto de fallo en el anillo. Cada longitud de onda óptica (o par de longitud de onda) contiene el tráfico de señal inalámbrica para todos los nodos remotos en el anillo para el operador que usa esa particular longitud de onda en forma digital. En cada nodo las señales de entrada se demultiplexan eléctricamente y señales apropiadas para ese nodo se extraen para conversión a RF. Estas señales se copian en vez de cortarse de modo que también están disponibles en nodos de antena remotos siguientes, habilitando de este modo operación de transmisión simultánea.

El nodo comprende un demultiplexor óptico para demultiplexar una señal óptica recibida en el nodo en una pluralidad de canales ópticos y un multiplexor óptico para multiplexar la pluralidad de canales ópticos para transmisión a un siguiente nodo. El nodo también comprende un nodo remoto. El módulo comprende un fotodiodo para convertir un canal óptico desde la pluralidad de canales ópticos a una señal eléctrica y un multiplexor/demultiplexor eléctrico para demultiplexar la señal eléctrica a una pluralidad de canales eléctricos digitales siendo al menos un canal eléctrico digital un canal de transmisión. El multiplexor/demultiplexor eléctrico también multiplexa canales eléctricos digitales. El nodo remoto comprende además un convertidor para convertir el canal de transmisión a una señal de frecuencia de radio analógica de salida para transmisión y para convertir al menos una señal de frecuencia de radio analógica de entrada a al menos un canal de recepción eléctrico digital a multiplexar mediante el multiplexor/demultiplexor eléctrico en una señal eléctrica multiplexada. Un láser se usa para convertir la señal eléctrica multiplexada a un canal óptico a multiplexar mediante el multiplexor óptico para transmisión al siguiente nodo. El nodo puede usarse en un anillo de transmisión para distribuir comunicaciones inalámbricas.

Una realización de la presente invención adicionalmente incluye un método para distribuir comunicaciones inalámbricas que emplean un único anillo de fibra para convertir uno o más hoteles de BTS con varios nodos de acceso remotos.

Estas y otras características y ventajas de las realizaciones de la presente invención serán evidente para expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones de la invención, cuando se lean con los dibujos y las reivindicaciones adjuntas.

#### Breve descripción de los dibujos

- La Figura 1 ilustra una red inalámbrica convencional.
- La Figura 2 ilustra otra red inalámbrica convencional.
- La Figura 3 ilustra una realización de la presente invención con una pluralidad de nodos conectados mediante un único anillo de fibra.
- La Figura 4 proporciona una vista detallada de uno de los nodos en la Figura 3.
- La Figura 5 ilustra un proceso de multiplexación y demultiplexación óptico de dos etapas.
- La Figura 6 ilustra un mecanismo para proporcionar resiliencia en el evento de un fallo de nodo remoto.
- La Figura 7 ilustra otra realización de la presente invención con una pluralidad de nodos conectados mediante un único anillo de fibra.
- La Figura 8 proporciona una vista detallada de uno de los nodos en la Figura 7.
- Las Figuras 9-11 ilustran diferentes nodos de la presente invención.

La Figura 12 ilustra una realización de la presente invención que soporta BTS digitales.

Descripción detallada de la invención

5 En la siguiente descripción de realizaciones, se hace referencia a dibujos adjuntos que forman una parte de los mismos y en los que se muestran por medio de ilustración realizaciones específicas en las que puede practicarse la invención. Debe apreciarse que pueden utilizarse otras realizaciones y pueden hacerse cambios estructurales sin alejarse del alcance de las realizaciones preferidas de la presente invención.

10 Cada de las realizaciones analizadas a continuación describe un sistema con señales de transmisión, Tx, (enlace directo), recepción, Rx, (enlace inverso) y diversidad de recepción, RxD. Otras situaciones también pueden existir, tales como sistemas sin diversidad de recepción o con la adición de diversidad de transmisión (TxD).

15 Las Figuras 3 y 4 muestran una realización de la presente invención y la siguiente descripción se refiere tanto a la Figura 3 como Figura 4. La Figura 3 representa un único anillo de fibra unidireccional 12 con un hotel de BTS 13 y ocho nodos de antena remotos 14. La Figura 4 ilustra en detalle uno de los nodos 14. En este ejemplo, el anillo 12 se equipa para un único operador que usa longitud de onda 1 ( $\lambda_1$ ). Adicionalmente, aunque el anillo 12 se muestra como un anillo en la Figura 3, puede ser de cualquier forma siempre que siga siendo un anillo lógico.

20 En cada nodo de antena remoto 14, las señales ópticas se demultiplexan ópticamente mediante el demultiplexor óptico 19 y convierten al dominio eléctrico usando un fotodiodo 21, para demultiplexación eléctrica mediante el multiplexor/demultiplexor eléctrico (mux/demux) 22. Las señales Tx se copian o extraen del múltiplex eléctrico y ambas señales Rx y RxD se añaden al múltiplex eléctrico. Obsérvese que el mux/demux eléctrico 22 opera en una base de división de tiempo (múltiplex de división de tiempo). El nuevo múltiplex eléctrico acciona un láser 29 con  
25 longitud de onda  $\lambda_1$  y todas las señales ópticas se multiplexan juntas para transmisión hacia adelante al siguiente nodo de antena remoto.

El demultiplexor óptico 19 tiene  $n$  canales ópticos,  $n$  se elige como un compromiso entre capacidad de expansión y coste inicial. Se ha de observar que la presente invención no se limita a demultiplexación o multiplexación ópticas en una única etapa como se ilustra en la Figura 4. Por ejemplo, la multiplexación y demultiplexación ópticas pueden conseguirse en un proceso de dos etapas, como se ilustra en la Figura 5 para un sistema de 8 canales a modo de ejemplo. En esta figura, del demultiplexor de primera etapa 16 separa la señal óptica de entrada en banda baja (1290 nm a 1350 nm) y banda alta (1530 nm a 1590 nm). Cada banda óptica se demultiplexa adicionalmente en canales individuales usando componentes CWDM de 4 canales estándar 17 y 18. Únicamente un par de mux/demux CWDM de 4 canales es probable que se requiera para despliegues iniciales; el segundo par de mux/demux CWDM de 4 canales puede añadirse a medida que el sistema se expande. Por lo tanto, se evita el gasto de equipar cada  
35 nodo inicialmente con un par de mux/demux de 8 canales. Obviamente, pueden usarse otras combinaciones hasta el límite de 16 canales impuesto por la norma CWDM (ITU-T G.694.2). Aunque tecnología CWDM se describe en este punto a modo de ejemplo, la misma metodología puede adoptarse usando DWDM.

40 Los canales ópticamente demultiplexados pueden o bien pasar directos al nodo o procesarse mediante uno o más nodos remotos en el nodo. Específicamente, uno o más canales ópticamente demultiplexados pueden pasar directos al multiplexor CWDM 30 (por ejemplo, como se ilustra para  $\lambda_2$  a  $\lambda_n$  en la Figura 4). Esto puede suceder, por ejemplo, donde uno o más operadores (tales como el operador que usa  $\lambda_n$ ) no desean proporcionar servicio en ese nodo de antena remoto particular. Si un operador (tales como el operador que usa  $\lambda_1$ ) desea proporcionar servicio en un nodo particular, se proporciona un nodo remoto 20 para procesar el canal ópticamente demultiplexado. La Figura 4 únicamente muestra un nodo remoto 20, pero un nodo puede tener una pluralidad de nodos remotos.

50 El nodo remoto 20 contiene un fotodiodo 21 que convierte las señales ópticas al dominio eléctrico. Las señales eléctricas resultantes se demultiplexan a continuación mediante el mux/demux eléctrico 22, en sus canales eléctricos constituyentes. Los canales Tx o de transmisión apropiados requeridos para ese nodo de antena remoto particular se seleccionan y transforman a RF a través de un DAC 23 y convertidor elevador (UCV) 24. Las señales de RF se amplifican a la potencia de salida requerida mediante amplificadores de potencia (PA) 25. Cada Tx canal tiene una cadena de DAC, UCV, PA separada. La salida de los PA va al sistema de antenas (no mostrado). El sistema de  
55 antenas puede comprender una antena Tx separada o en algunos casos las señales Tx y Rx pueden combinarse y alimentarse a una única antena usando un duplexor. El sistema de antenas puede transmitir a unidades móviles tal como, pero sin limitación, a teléfonos móviles.

60 Las señales RF de enlace inverso (Rx y RxD) que entran en el nodo remoto 20 desde el sistema de antenas se amplifican usando amplificadores de bajo ruido (LNA) 26, transforman de frecuencia a IF usando convertidores descendentes (DCV) 27 y convierten a digital usando ADC 28. Los canales de recepción eléctricos digitales resultantes se multiplexan en el flujo digital mediante el mux/demux eléctrico 22 y se convierte de vuelta al dominio óptico mediante un láser 29. La longitud de onda de este láser 29 se elige de modo que se mantiene el número de canal óptico para ese nodo remoto particular. Este canal óptico se multiplexa con los otros canales ópticos en el  
65 nodo (ya sea desde otros nodos remotos o desde conexiones ópticas directas) mediante el multiplexor óptico 30. De

esta manera, cada nodo en el anillo extrae (copia) señales Tx y añade señales Rx y RxD a todos los canales ópticos activos. El múltiplex eléctrico, por lo tanto, contiene todos los canales Tx, Rx y RxD para todos los nodos en el anillo para cualquier operador particular (arquitectura de emisión y selección). El múltiplex óptico contiene estas señales para todos los operadores en una base de una por canal.

5 La selección de señales de transmisión apropiadas en cada uno de los nodos es un tipo de función de conmutación, conocida como difusión y selección. Difusión y selección es una técnica bien conocida usada para servicios de difusión tales como televisión y radio, pero no se usa en sistemas de distribución de señal inalámbrica de no difusión. El uso de difusión y selección como una función de conmutación es, por lo tanto, uno de los aspectos principales de la presente invención que es única al método y sistema descritos en este punto. Información de encaminamiento (es decir, qué señales son apropiadas para transmisión de radio en cualquier nodo particular) habitualmente se contiene dentro de un canal de control que se multiplexa en el flujo de datos eléctrico digital.

15 La realización de las Figuras 3 y 4 puede incluir adicionalmente resiliencia a fallo de nodo remoto. Un ejemplo de cómo se implementa esta resiliencia se muestra en la Figura 6. Una longitud de onda activa llega al nodo de antena remoto y se demultiplexa mediante el demultiplexor óptico tal como el demultiplexor 19 en la Figura 4. En lugar de conectarse directamente al nodo remoto 20, entra en un conmutador óptico de dos vías 31. En circunstancias normales, este conmutador y su compañero 32 se conectan al nodo remoto. Sin embargo, en condiciones de fallo dentro del nodo remoto 20, los conmutadores se establecen a modo de derivación, donde se conecta un cable óptico directo 33. Esto se hace en una manera de a prueba de fallos, es decir los conmutadores son sin enganche y se mueven a modo de derivación en fallo de potencia. De esta manera, un fallo en un nodo remoto no afecta a todos los demás nodos remotos en el anillo con esa longitud de onda particular.

25 En la realización de las Figuras 3 y 4, los enlaces de transmisión ópticos tales como 12 entre nodos son digitales. Estos enlaces de transmisión ópticos digitales deberían ser preferentemente lo suficientemente rápidos para soportar todo el tráfico de un operador. Si la tasa de transmisión requerida para un operador particular excede lo que está disponible para sistemas de transmisión digital comúnmente usados, entonces puede ser necesario asignar otro canal óptico a ese operador. Como una estimada de una tasa de transmisión requerida ilustrativa, se supone que cada nodo debe soportar 4 portadoras GMS y 1 portadora UMTS. Esto requiere un ancho de banda total de 17,4 MHz para señales Tx, Rx y RxD (3 x (4 x 0,2 + 5)). Adicionalmente se supone que conversión de analógico a digital requiere aproximadamente 40 bits por segundo por Hz de ancho de banda. Tasa de transmisión total requerida por nodo es, por lo tanto, aproximadamente de 700 Mb/s. Por lo tanto, pueden soportarse hasta 13 nodos por operador-longitud de onda usando tecnología de transmisión digital de 10 Gb/s fácilmente disponible tales como SONET OC-192 o 10 Gigabit Ethernet.

35 Las Figuras 7 y 8 ilustran otra realización de la presente invención. Números similares en las Figuras 7 y 8 con las Figuras 3 y 4 se refieren a los mismos elementos y explicación de elementos similares (tengan o no un número de referencia en las Figuras 7 y 8) no se repite.

40 La Figura 7 muestra una configuración de anillo 12' de una única fibra bidireccional, de nuevo con un hotel de BTS 13 y ocho nodos de antena remotos 14. Cada nodo 14 pasa dos longitudes de onda ópticas, tales como  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$ , en direcciones opuestas (en esta disposición cada operador tendría un par de longitud de onda). Cada longitud de onda óptica transporta el tráfico Tx total para todos los nodos. Adicionalmente, cada longitud de onda óptica transporta todo el tráfico Rx y RxD que se ha acumulado en un punto particular del anillo 12', de modo que cada una transporta el tráfico Rx y RxD total para cuando vuelve al hotel de BTS 13. Esto proporciona redundancia incorporada, ya que las mismas señales están disponibles en el hotel de BTS 13 desde ambas direcciones. En esta realización, por lo tanto, una rotura en cualquier punto en el anillo no conduce a pérdida catastrófica de señal.

50 La realización de las Figuras 7 y 8 también proporciona dos opciones relacionadas con retardo de señal. Si las señales Rx y RxD elegidas en el hotel de BTS 13 vienen de dirección de transmisión opuesta que las señales Tx, no habrá ningún retardo diferencial entre ellas. La segunda opción es donde las señales Rx y RxD se eligen en el hotel de BTS 13 para ser desde la misma dirección que las señales Tx. En este caso, existirá un retardo de ida y vuelta constante desde cada nodo en el anillo 12'. La opción preferida puede elegirse en una base de por protocolo y dependerá de si retardo diferencial Tx/Rx cero o retardo de ida y vuelta constante es más importante para operación de sistema estable para cualquier protocolo particular.

60 Si retardo de transmisión diferencial entre Tx y Rx (y RxD) prueba que es un problema para cualquier protocolo particular, ya sea para el anillo bidireccional 12' o el anillo unidireccional 12 descritos anteriormente, entonces los circuitos mux/demux eléctricos podrían contener memorias intermedias de datos. Estas servirían para añadir retardo a la más corta de las trayectorias de señal, igualando de este modo retardo de transmisión.

65 La Figura 8 muestra el diseño de un nodo de antena remoto 14 en la Figura 7 en más detalle. Longitud de onda  $\lambda_1$  opera como se describe anteriormente. Longitud de onda  $\lambda_2$  viaja alrededor el anillo en la dirección opuesta. El nodo remoto 34 contiene un láser adicional 35 y fotodiodo 36. Los componentes CWDM en la entrada 37 y salida 38 del nodo son multiplexores y demultiplexores ópticos. El mux/demux eléctrico 39 procesa flujos de señal digital bidireccional.

En las realizaciones anteriores en las Figuras 3 y 4 y Figuras 7 y 8, todos los nodos excepto el hotel de BTS 13 se representan como nodos de antena remotos 14. Sin embargo, la presente invención no se limita a una disposición de este tipo. Los nodos pueden ser cualquier combinación de nodos de antena remotos, hoteles de BTS, puntos en los que enlaces de retroceso a la red principal entran al anillo o sitios de macrocélulas (en los que BTS o enlaces de retroceso pueden conectarse al anillo).

En las realizaciones anteriores en las Figuras 3 y 4 y Figuras 7 y 8, todos los enlaces en el anillo 12 o 12' usan fibra óptica. Sin embargo, la presente invención no se limita a una disposición de este tipo. Los enlaces pueden incluir otro medio de transmisión tales como ópticas de espacio libre o radio de microondas. El nodo en una realización de este tipo se ilustra en la Figura 9. Descripción de elementos similares a los nodos en las Figuras 4 y 8 no se repite. El nodo en la Figura 9 está en un anillo unidireccional con una salida de radio de microondas 40 transmitida al siguiente nodo a través de una antena 41. Esta radio de microondas digital habitualmente será un enlace de transmisión disponible comercialmente, posiblemente usando una banda de frecuencia de ondas milimétricas. En la mayoría de los casos únicamente se transmitirían canales activos de esta manera por motivos de coste. Por lo tanto, el anillo de transmisión puede tener un medio de transmisión entre un nodo y un siguiente nodo y un segundo, diferente medio de transmisión entre el siguiente nodo y un nodo adicional en el anillo.

Se ha de observar que la presente invención no se limita a enlazar nodos mediante la fibra óptica como se ilustra en la Figura 4 o incluso una mezcla de fibra óptica y radio de microondas como se ilustra en la Figura 9. Los nodos, por ejemplo, pueden enlazarse de tal forma que todos los enlaces usan o bien transmisión óptica en el espacio libre o de radio de microondas. Para el caso de un anillo usando únicamente enlaces de transmisión de radio de microondas, la multiplexación y demultiplexación de primera etapa usaría multiplexación por división de frecuencia (FDM) en lugar de la multiplexación de división de longitud de onda descrita en este punto. En esta disposición, cada radio de microondas operaría en una frecuencia de portadora particular para evitar interferencia con otras radios de microondas que usan la misma trayectoria de transmisión.

Las BTS, tal como BTS 13 en las Figuras 3 y 7, tienen salidas RF analógicas. Sin embargo, la presente invención no se limita a tales BTS. Por ejemplo, actualmente existen iniciativas en desarrollo que separan la banda base digital, partes de una BTS de las partes de radio analógicas, exponiendo de este modo una interfaz digital estandarizada. Estas iniciativas son la interfaz de radio pública común (CPRI) y la iniciativa de arquitectura de estación base abierta (OBSAI). Es probable que estas estaciones base "digitales" se desplieguen en los siguientes años.

La presente invención puede soportar tales estaciones base digitales. La Figura 10 ilustra un nodo en una realización que utiliza estaciones base digitales. Descripción de elementos similares a los nodos en las Figuras 4, 8 y 9 no se repite. El nodo está en un anillo bidireccional. La salida digital de banda base desde una BTS de CPRI o OBSAI se multiplexa a los flujos de datos eléctricos que circulan alrededor del anillo y seleccionan o añaden en nodos apropiados. El mux/demux eléctrico, por lo tanto, presenta una interfaz CPRI o OBSAI apropiada 42 en la salida del nodo remoto para conexión de un Cabezal de Radio Remoto estándar.

Una realización alternativa se muestra en la Figura 11 para el caso de a anillo unidireccional. Descripción de elementos similares a los nodos en las Figuras 4, 8, 9 y 10 no se repite. En la Figura 11 los flujos de datos CPRI / OBSAI se transportan en una longitud de onda óptica separada  $\lambda_2$  y presentan como una salida del nodo remoto a través de una unidad de interfaz 43.

Otra realización que soporta BTS digitales se muestra en la Figura 12. La salida de una BTS digital 44 se convierte al mismo formato que la RF digitalizada desde las BTS analógicas tradicionales usando un procesador de señales digitales 45. Estas señales se transportan alrededor del anillo exactamente de la misma manera que las señales de las BTS analógicas.

Se ha de observar que otra información y datos digitales pueden multiplexarse con el flujo de datos eléctrico digital que pasa alrededor del anillo. Por ejemplo, pueden añadirse señales de datos para protocolos de red de área local inalámbrica (por ejemplo, WiFi) o red de acceso inalámbrica (por ejemplo, WiMax). Un puerto de interfaz de capa físico apropiado, tal como Ethernet, se presentaría entonces en la salida de los nodos remotos de modo que puntos de acceso WiFi o WiMax estándar podrían desplegarse en los nodos de antena remotos. De hecho, cualquier equipo que usa una interfaz digital estándar tal como Ethernet (por ejemplo, cámaras de televisión de circuito cerrado) podrían desplegarse en los nodos de antena remotos mediante estos medios.

Mientras la presente invención se ha descrito en el contexto de un aparato, la presente invención también incluye un método de comunicaciones. En una realización, un método se realiza para ejecutar la presente invención. El método comprende proporcionar un nodo en un anillo de transmisión. El nodo, por ejemplo, puede tener la estructura de cualquiera de los nodos ilustrados en las Figuras 4 y 8-11. El nodo recibe una señal óptica. La señal puede enviarse mediante otro nodo en el anillo de transmisión, tal como una BTS. Una vez que se recibe la señal, el nodo demultiplexa la señal óptica en una pluralidad de canales ópticos. Esto puede hacerse mediante un demultiplexor, tales como el demultiplexor 19 en la Figura 4 y el demultiplexor 37 en la Figura 8.

5 Al menos uno de los canales ópticos se convierte a una señal eléctrica mediante, por ejemplo, un fotodiodo. La señal eléctrica se demultiplexa a una pluralidad de canales eléctricos digitales. Tal demultiplexación puede conseguirse mediante un multiplexor/demultiplexor eléctrico tal como el multiplexor/demultiplexor eléctrico 22 en la Figura 4. Los canales de transmisión apropiados se convierten a señal de frecuencia de radio analógica de salida. Esto puede hacerse a través de una disposición que emplea un convertidor de digital a analógico 23 y convertidor elevador 24 como en la Figura 4.

10 Cualquier señal de frecuencia de radio analógica de entrada recibida por el nodo remoto se convierte a una señal de recepción eléctrica digital. Esto puede hacerse a través de una disposición que emplea un convertidor reductor 27 y un convertidor de analógico a digital 28 como en la Figura 4. La señal de recepción eléctrica digital se multiplexa con otros canales eléctricos digitales. La señal multiplexada resultante se convierte al canal óptico mediante, por ejemplo, un láser. El canal óptico se multiplexa con otros canales ópticos en una señal óptica para transmisión a un nodo adicional en el anillo de transmisión.

15 Se ha de observar que cada nodo del método de comunicaciones puede ser o bien un nodo de antena remoto, un hotel de estación base, un punto de conexión de retroceso o un sitio de estación base macro tal que el anillo de transmisión puede tener una diversidad de diferentes tipos de nodos o nodos idénticos. Debería observarse también que la transmisión entre los nodos puede ser a través de una diversidad de medios de transmisión como se ha analizado anteriormente.

20 El método de comunicaciones puede incluir adicionalmente la demultiplexación de la señal óptica en dos señales y demultiplexación de cada una de las dos señales en una pluralidad de canales ópticos. Esta etapa tiene muchos beneficios como se ha analizado anteriormente con respecto a la Figura 5. El método de comunicaciones puede incluir adicionalmente transmitir ciertos canales ópticos directamente desde el demultiplexor óptico al multiplexor óptico.

25 El método de comunicaciones puede proporcionar resiliencia. Se proporciona una trayectoria entre el multiplexor óptico y el demultiplexor óptico. El método incluye adicionalmente proporcionar un conmutador en la trayectoria. El nodo controla el conmutador de tal forma que el conmutador puede conducir el canal óptico a la trayectoria en el evento en el que el nodo remoto falla. Este método tiene muchos beneficios como se ha analizado con respecto a la Figura 6.

35 El método de comunicaciones puede proporcionar un nodo remoto como una interfaz digital. La interfaz digital puede usarse para recibir y transmitir un canal eléctrico digital o canales desde estación base digital como se ha analizado con respecto a la Figura 10. La interfaz digital puede ser una interfaz para sistemas de transmisión digital tales como Ethernet. El método puede adicionalmente proporcionar que señales desde estaciones base analógicas y digitales se transporten alrededor del anillo en canales ópticos separados como se ha analizado con respecto a la Figura 11. El método puede proporcionar adicionalmente convertir la salida de una estación base digital al mismo formato que la RF digitalizada desde las estaciones base analógicas usando un procesador de señales digitales como se describe con respecto a la Figura 12.

40 El método de comunicaciones puede emplear el método de comunicaciones de difusión y selección. En el método de difusión y selección, la señal óptica transporta señales de transmisión para toda la pluralidad de nodos en el anillo de transmisión. En cada nodo, se seleccionan los canales de transmisión apropiados para transmisión mediante el nodo. Cualquier señal recibida por el nodo se añade a la señal óptica (tales como de la manera analizada anteriormente con respecto a la Figura 4 anterior). La señal óptica a continuación se transmite al siguiente nodo.

45 En otra realización, un método de comunicaciones puede realizarse usando un enfoque bidireccional como, por ejemplo, se ilustra en la Figura 7. En este método, se transmiten dos señales a lo largo del anillo como se ha analizado anteriormente. Las señales pueden transmitirse en la misma dirección (por ejemplo, ambas en el sentido de las agujas del reloj) o en direcciones opuestas.

50 Aunque la presente invención se ha descrito completamente en conexión con las realizaciones de la misma y con referencia a los dibujos adjuntos, se ha de observar que diversos cambios y modificaciones serán evidentes a los expertos en la materia. Tales cambios y modificaciones deben entenderse como que se incluyen dentro del alcance de la presente invención como se define mediante las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de distribución de señal inalámbrica que comprende:

5 un anillo de transmisión en comunicación con un hotel de estación base (13); y una pluralidad de nodos, remotos del hotel de estación base (13), dispuestos en el anillo de transmisión de tal forma que se transmite al menos una señal óptica de nodo a nodo a lo largo del anillo de transmisión, al menos un nodo (14) que comprende:

10 un demultiplexor óptico (19) para demultiplexar la señal óptica recibida en el nodo (14) en una pluralidad de canales ópticos; y un multiplexor óptico (30) para multiplexar la pluralidad de canales ópticos para transmisión a un siguiente nodo a través de un medio de transmisión; dicho nodo comprende además:

15 al menos un nodo remoto (20) que comprende:

un fotodiodo (21) para convertir un canal óptico de la pluralidad de canales ópticos a una señal eléctrica, un multiplexor/demultiplexor eléctrico (22) para demultiplexar la señal eléctrica a una pluralidad de canales eléctricos digitales, siendo al menos un canal eléctrico digital un canal de transmisión (Tx) y para

20 multiplexar canales eléctricos digitales, al menos un convertidor para convertir el canal de transmisión (Tx) a una señal de frecuencia de radio analógica de salida para transmisión a través de una antena y para convertir al menos una señal de frecuencia de radio analógica de entrada desde una antena a al menos un canal de recepción eléctrico digital (Rx) a multiplexar mediante el multiplexor/demultiplexor eléctrico (22) en una señal eléctrica multiplexada, y

25 un láser (29) para convertir la señal eléctrica multiplexada al canal óptico a multiplexar mediante el multiplexor óptico (30) para transmisión al siguiente nodo; y el canal óptico que se convierte a la señal eléctrica mediante el fotodiodo (21) se usa mediante un

30 operador de red inalámbrica que proporciona servicio en el nodo (14), y cualquier canal óptico restante de la pluralidad de canales ópticos que no se convierten a una señal eléctrica mediante un fotodiodo se introducen directamente al multiplexor óptico (30) después de que se emiten desde el demultiplexor óptico (19); y en que el canal de transmisión (Tx) se copia a la señal eléctrica multiplexada de modo que el canal de

35 transmisión (Tx) está disponible en el siguiente nodo.

2. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 1 en el que el nodo (14) es un nodo de antena remoto.

3. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 1 en el que el al menos un convertidor comprende un convertidor reductor (27) para convertir la señal de frecuencia de radio analógica de entrada a una

40 señal de frecuencia intermedia analógica y un convertidor de analógico a digital (28) para convertir la señal de frecuencia intermedia analógica al canal de recepción eléctrico digital (Rx).

4. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 3 en el que el al menos un convertidor comprende además un convertidor de digital a analógico (23) para convertir el canal de transmisión (Tx) a una

45 señal de frecuencia intermedia analógica y un convertidor elevador (24) para convertir la señal de frecuencia intermedia analógica a la señal de frecuencia de radio analógica de salida.

5. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 1 en el que el medio de transmisión comprende al menos una de una fibra óptica (12) y un enlace óptico en el espacio libre.

50

6. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 1 en el que el medio de transmisión entre el nodo (14) y el siguiente nodo es idéntico a un medio de transmisión entre el siguiente nodo y un nodo adicional.

7. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 1 en el que la señal óptica se transmite unidireccionalmente en una primera dirección de nodo a nodo a lo largo del anillo de transmisión de tal forma que la

55 señal óptica transporta todos los canales de transmisión (Tx) para la pluralidad de nodos y todos los canales de recepción (Rx) acumulados de la pluralidad de nodos.

8. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 7 en el que una señal óptica adicional se transmite unidireccionalmente, opuesta a la primera dirección, de nodo a nodo a lo largo del anillo de transmisión, de

60 tal forma que la señal óptica adicional transporta todos los canales de transmisión (Tx) para la pluralidad de nodos y todos los canales de recepción (Rx) acumulados de la pluralidad de nodos.

9. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 1 en el que el demultiplexor óptico (19) demultiplexa la señal óptica en dos señales y demultiplexa cada una de las dos señales en una pluralidad de canales ópticos.
- 5 10. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 1 en el que el nodo (14) comprende además una trayectoria entre el demultiplexor óptico (19) y el multiplexor óptico (30) y un conmutador (31, 32) en la trayectoria, dirigiendo dicho conmutador (31, 32) el canal óptico a la trayectoria en el evento en el que el nodo remoto (20) falla.
- 10 11. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 1, en el que:
- el hotel de estación base (13) incluye estaciones base, incluyendo una estación base digital;  
 el multiplexor/demultiplexor eléctrico (22) proporciona una interfaz digital (42) a un cabezal de radio proporcionando al menos un canal eléctrico digital al cabezal de radio; y  
 15 la interfaz digital (42) al cabezal de radio recibe y transmite al menos un canal eléctrico digital desde y a la estación base digital.
12. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 11 en el que el canal eléctrico digital recibido desde la estación base digital se multiplexa mediante el multiplexor/demultiplexor eléctrico (22) en la señal eléctrica multiplexada de tal forma que la señal eléctrica multiplexada contiene canales de una estación base analógica y la estación base digital.
- 20 13. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 11 en el que el canal eléctrico digital recibido desde la estación base digital se convierte a un segundo canal óptico y el canal óptico y el segundo canal óptico se multiplexan mediante el multiplexor óptico (30).
- 25 14. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 11 en el que la interfaz digital (42) es una interfaz de Ethernet para recibir y transmitir datos digitales, la interfaz de Ethernet se usa para desplegar un punto de acceso para una red de área local inalámbrica o red de acceso inalámbrica.
- 30 15. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 11 en el que la señal óptica comprende al menos un canal óptico de una salida de una estación base analógica y al menos un canal óptico de una salida de la estación base digital.
- 35 16. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 15 en el que la salida de la estación base digital se convierte mediante un procesador de señales digitales (45) y multiplexa con la salida de la estación base analógica.
- 40 17. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 1, en el que el canal de transmisión (Tx) eléctrico digital que se convierte se selecciona de entre la pluralidad de canales eléctricos digitales basados en información de encaminamiento en la señal eléctrica, indicando la información de encaminamiento qué canales eléctricos digitales de la pluralidad de canales eléctricos digitales son para transmisión en un nodo particular.
- 45 18. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 1, en el que el al menos un nodo remoto (22) comprende una pluralidad de nodos remotos, cada nodo remoto en la pluralidad de nodos remotos se configura para procesar un canal óptico diferente de la pluralidad de canales ópticos.
- 50 19. El sistema de distribución de señal inalámbrica de la reivindicación 18, en el que cada nodo remoto de la pluralidad de nodos remotos puede usarse mediante un operador de red inalámbrica diferente.
- 55 20. Un nodo (14) en sistema de comunicaciones, dicho nodo (14) se dispone en un anillo de transmisión, dicho nodo (14) es uno de una pluralidad de nodos en el anillo de transmisión, comprendiendo dicho nodo (14):
- un demultiplexor óptico (19) para demultiplexar una señal óptica recibida en el nodo (14) en una pluralidad de canales ópticos; y  
 un multiplexor óptico (30) para multiplexar la pluralidad de canales ópticos para transmisión a un siguiente nodo en el anillo de transmisión;  
 dicho nodo comprende además al menos un nodo remoto (20) que comprende:
- 60 un fotodiodo (21) para convertir un canal óptico de la pluralidad de canales ópticos a una señal eléctrica,  
 un multiplexor/demultiplexor eléctrico (22) para demultiplexar la señal eléctrica a una pluralidad de canales eléctricos digitales, siendo al menos un canal eléctrico digital un canal de transmisión (Tx), y para multiplexar canales eléctricos digitales,  
 al menos un convertidor para convertir el canal de transmisión (Tx) a una señal de frecuencia de radio  
 65 analógica de salida para transmisión a través de una antena y para convertir al menos una señal de

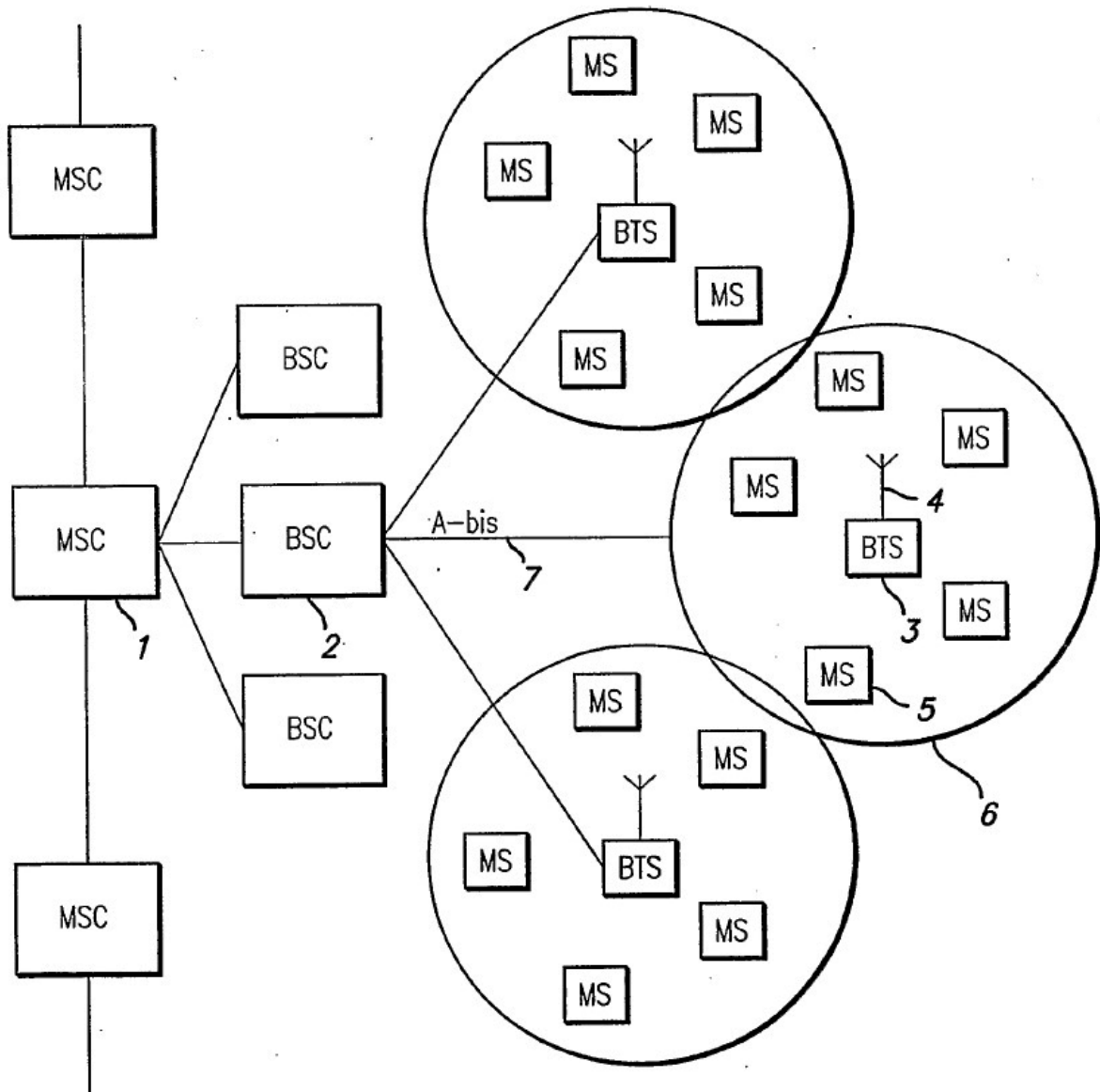
frecuencia de radio analógica de entrada desde una antena a al menos un canal de recepción eléctrico digital (Rx) a multiplexar mediante el multiplexor/demultiplexor eléctrico (22) en una señal eléctrica multiplexada, y un láser (29) para convertir la señal eléctrica multiplexada a un canal óptico a multiplexar mediante el multiplexor óptico (30) para transmisión al siguiente nodo;

5 y en que el canal óptico que se convierte a la señal eléctrica mediante el fotodiodo (21) se usa mediante un operador de red inalámbrica que proporciona servicio en el nodo (14), y cualquier canal óptico restante de la pluralidad de canales ópticos que no se convierten a una señal eléctrica mediante un fotodiodo se introducen directamente al multiplexor óptico (30) después de que se emiten desde el demultiplexor óptico (19);  
 10 y en que el canal de transmisión (Tx) se copia a la señal eléctrica multiplexada de modo que el canal de transmisión (Tx) está disponible en el siguiente nodo.

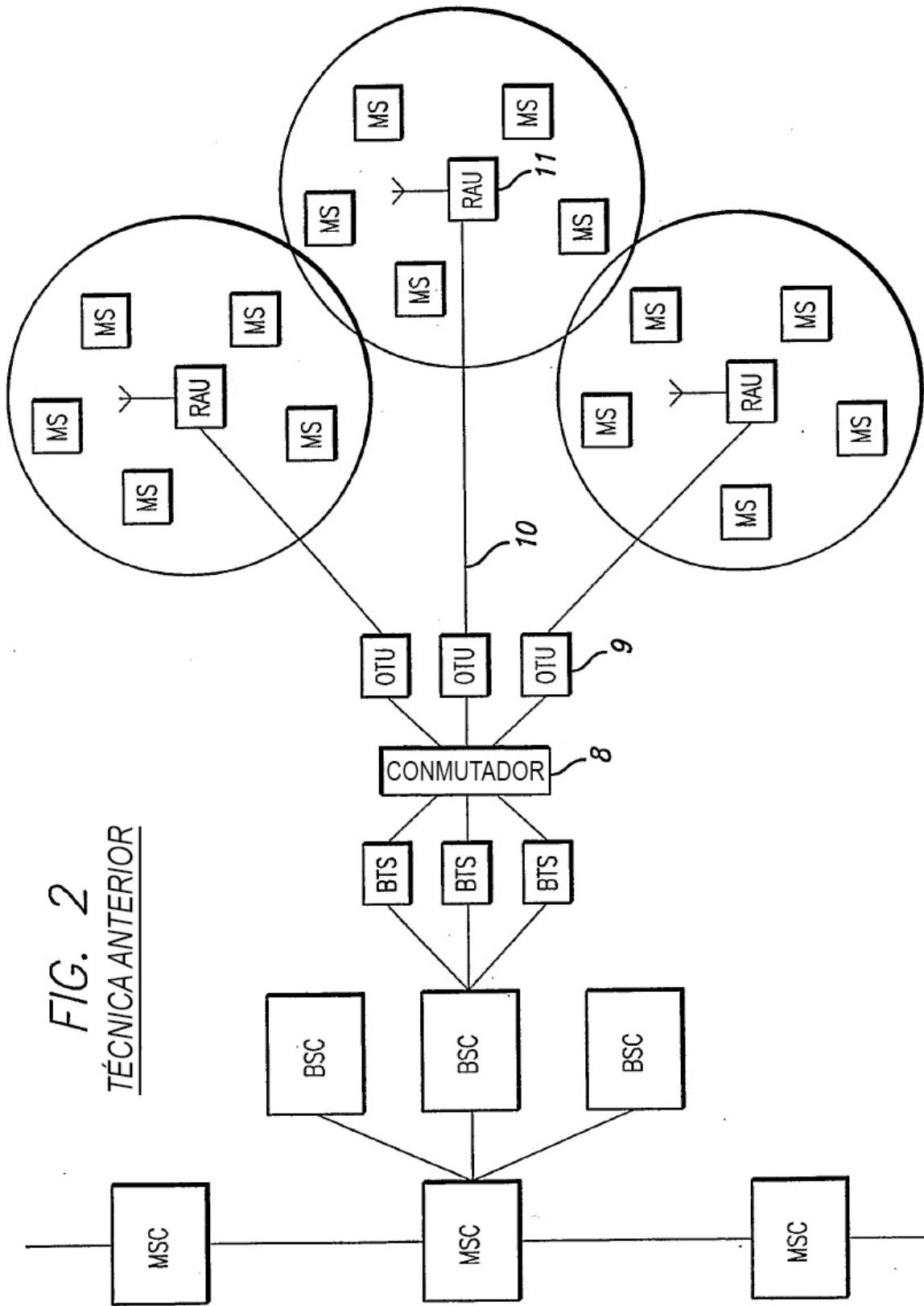
21. Un método de comunicaciones que comprende:

15 proporcionar un nodo (14) en un anillo de transmisión, en el que el nodo (14) es uno de una pluralidad de nodos en el anillo de transmisión;  
 recibir al menos una señal óptica en el nodo (14); y  
 demultiplexar la señal óptica en una pluralidad de canales ópticos;  
 proporcionar al menos un nodo remoto en el nodo (14), y  
 20 mediante el al menos un nodo remoto (20):

convertir un canal óptico a una señal eléctrica;  
 demultiplexar la señal eléctrica a una pluralidad de canales eléctricos digitales;  
 convertir un canal de transmisión (Tx) de los canales eléctricos digitales a una señal de frecuencia de radio analógica de salida;  
 25 convertir una señal de frecuencia de radio analógica de entrada a un canal de recepción eléctrico digital (Rx);  
 multiplexar el canal de recepción eléctrico digital en una señal eléctrica multiplexada;  
 copiar el canal de transmisión (Tx) a la señal eléctrica multiplexada de modo que el canal de transmisión (Tx) está disponible en el siguiente nodo; y  
 convertir la señal eléctrica multiplexada al canal óptico;  
 30 usar el canal óptico que se convierte a la señal eléctrica para proporcionar un servicio de red inalámbrica en el nodo (14);  
 introducir cualquier canal óptico restante de la pluralidad de canales ópticos que no se convierten a una señal eléctrica directamente al multiplexor óptico (30) después de que se emiten desde el demultiplexor óptico (19);  
 multiplexar los canales ópticos a una señal óptica; y  
 35 transmitir la señal óptica a un nodo adicional en el anillo de transmisión.



*FIG. 1*  
TÉCNICA ANTERIOR



*FIG. 2*  
TÉCNICA ANTERIOR

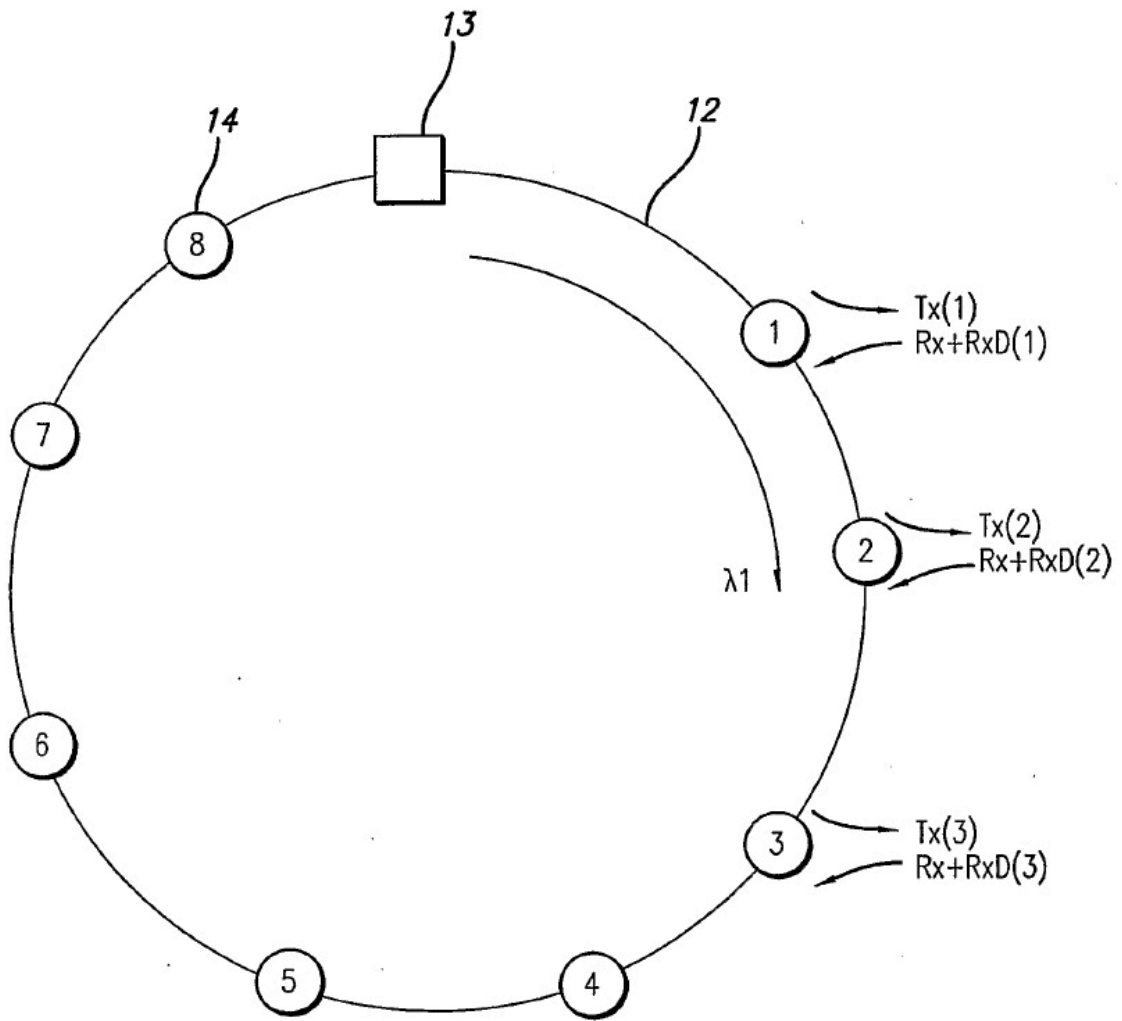


FIG. 3

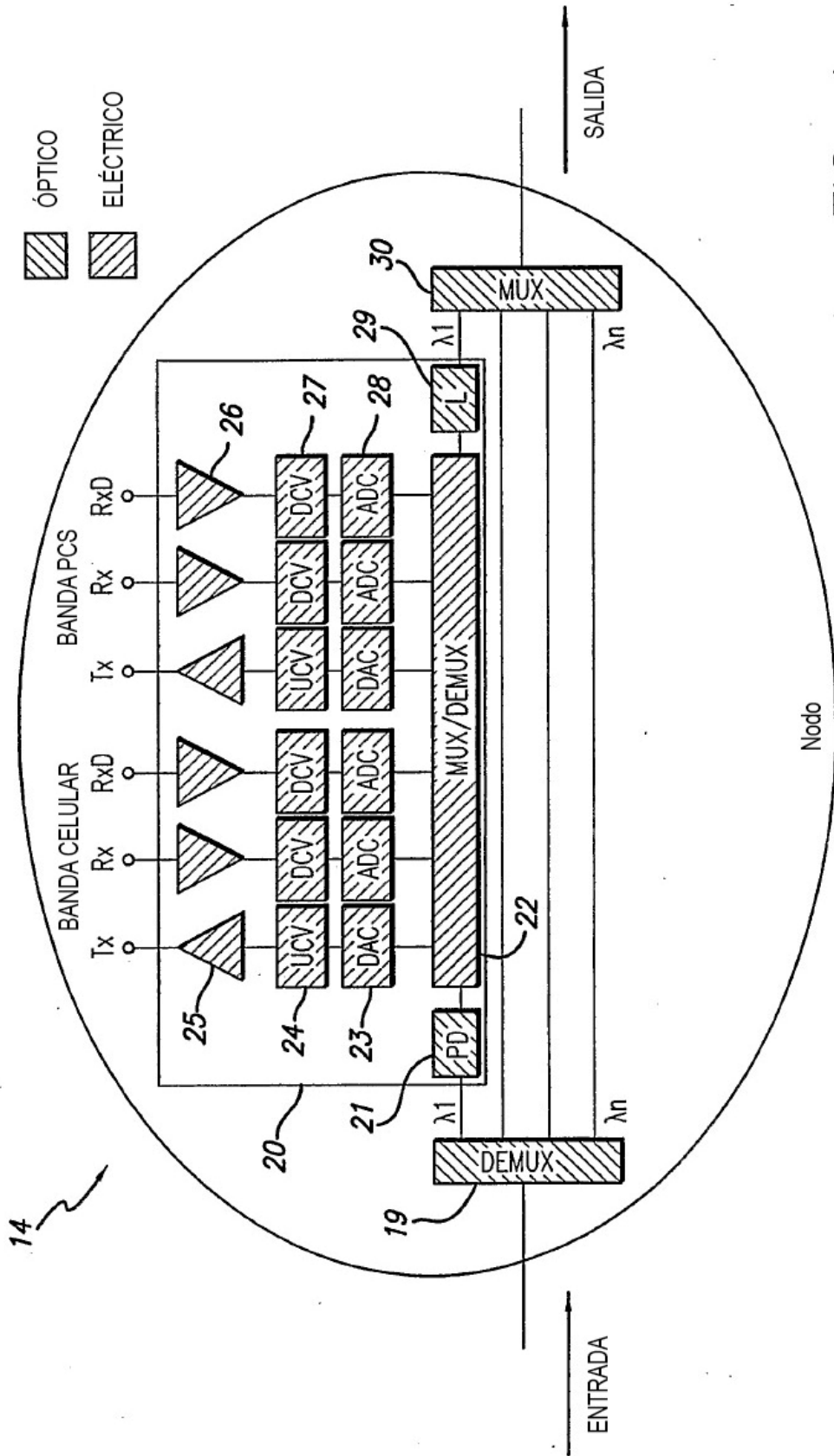


FIG. 4

FIG. 5

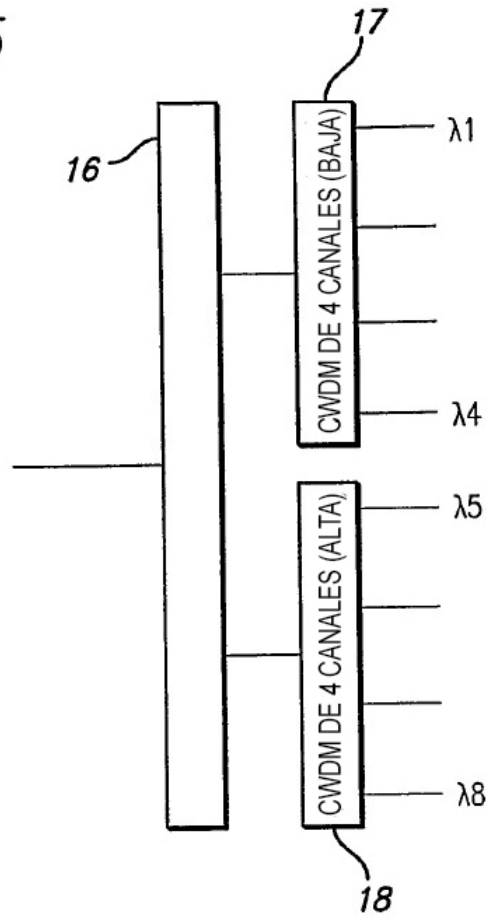
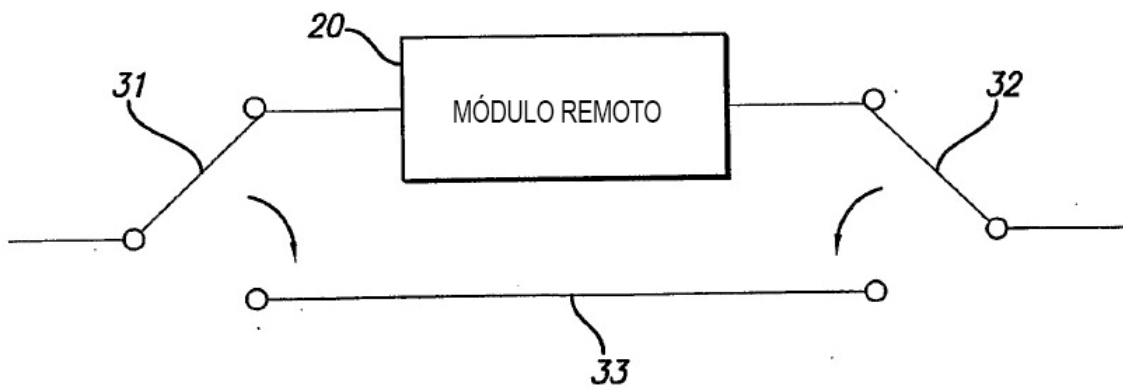


FIG. 6





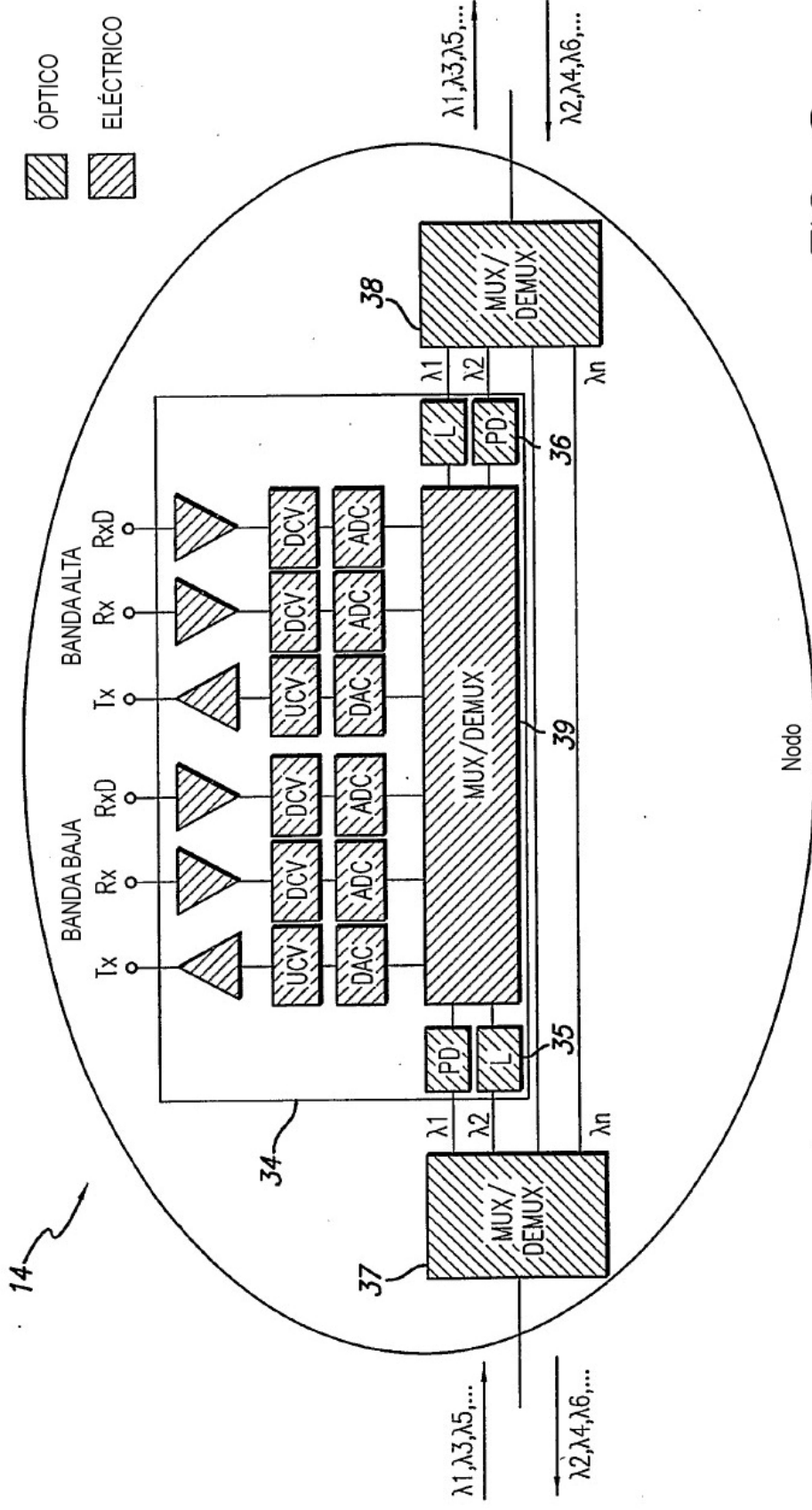


FIG. 8

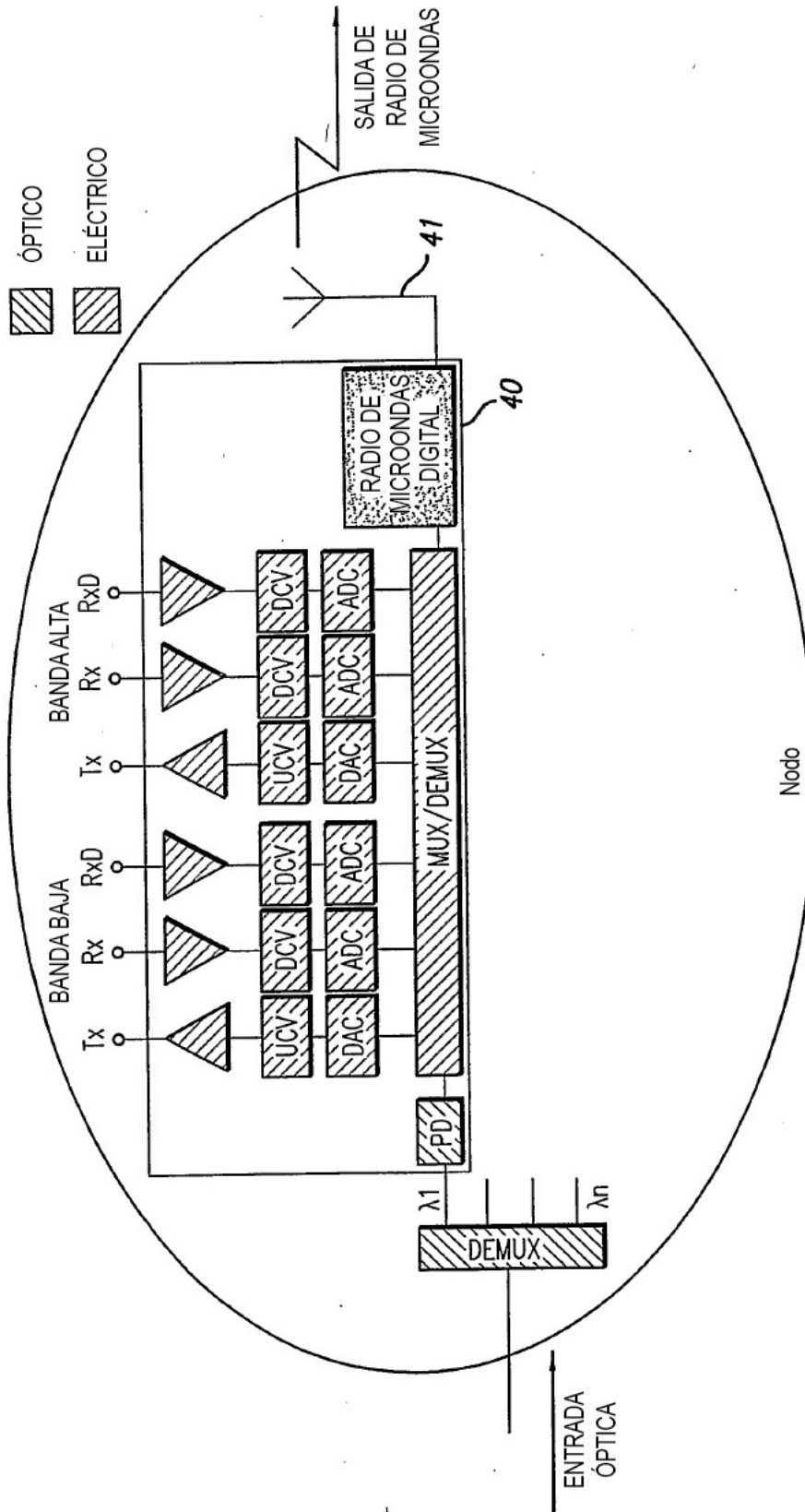


FIG. 9

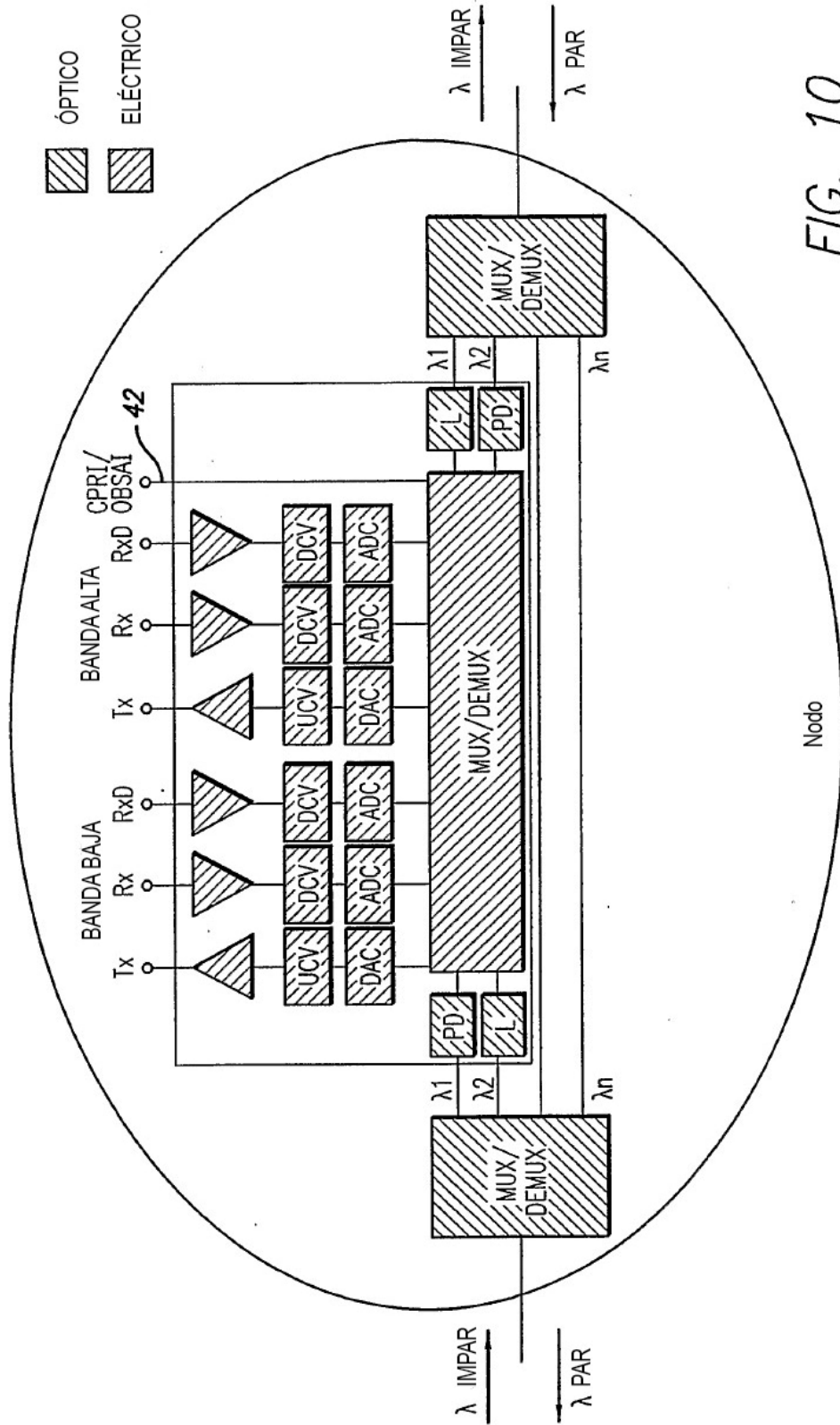


FIG. 10

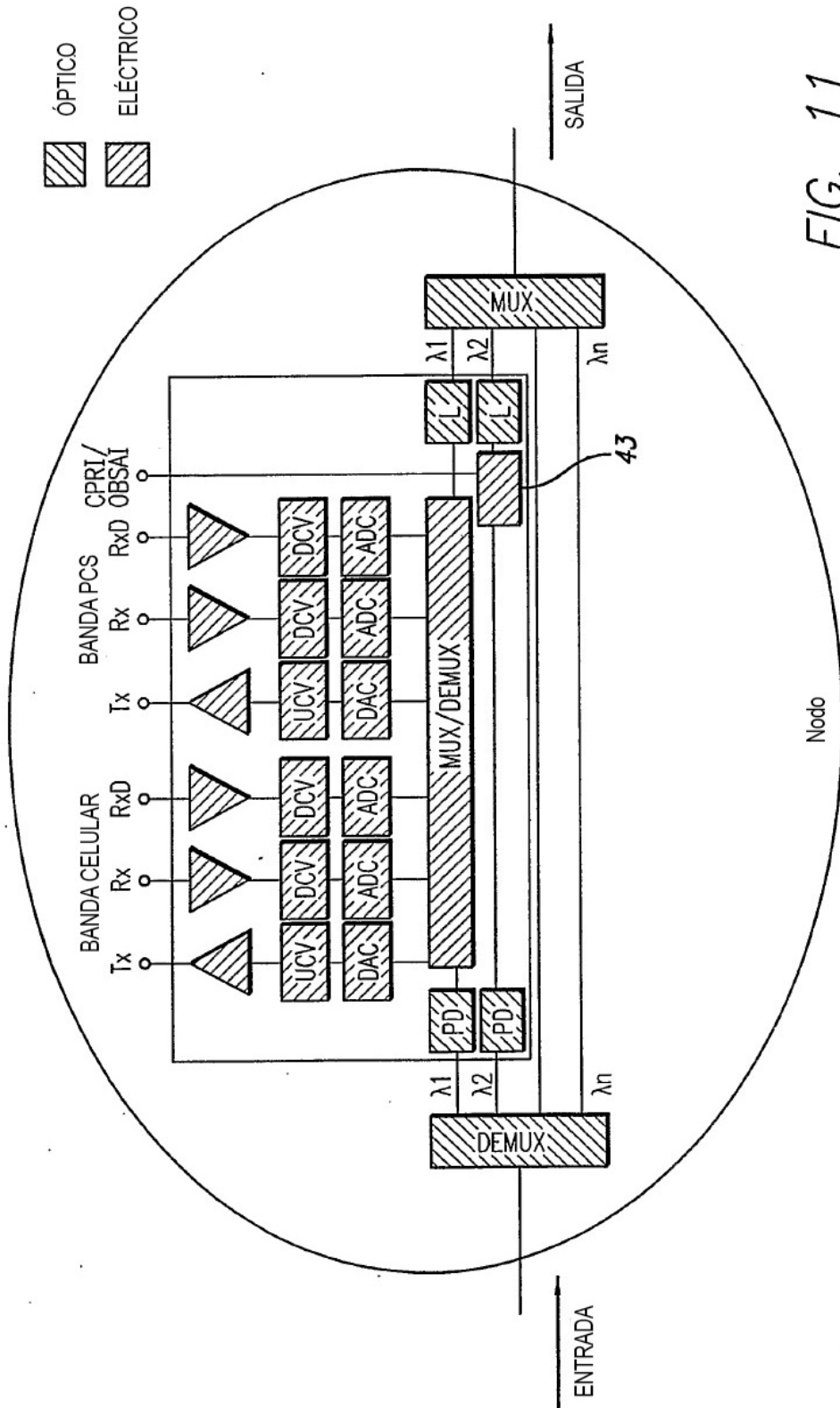


FIG. 11

Nodo

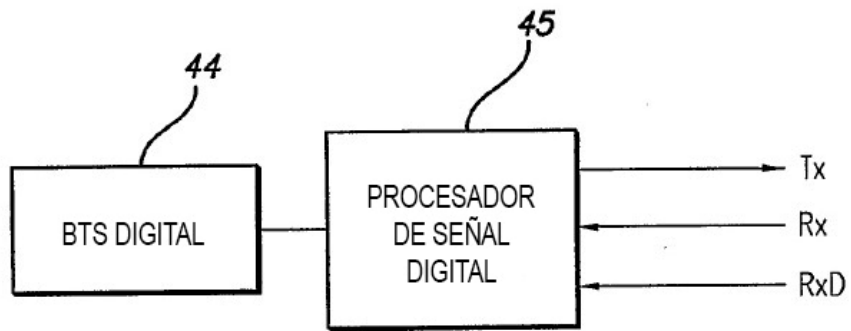


FIG. 12