



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 352 877**

51 Int. Cl.:
H04B 10/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02801608 .7**

96 Fecha de presentación : **20.09.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1438797**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.07.2004**

54 Título: **Integración de un acceso fijo de fibra óptica y una red de acceso por radio de fibra óptica.**

30 Prioridad: **16.10.2001 US 977396**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.02.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.02.2011

73 Titular/es: **Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)**
164 83 Estocolm, SE

72 Inventor/es: **Mikaelsson, Hans y**
Cagenius, Torbjörn

74 Agente: **Torner Lasalle, Elisabet**

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

ANTECEDENTES

Ámbito de la Invención

- 5 La presente invención se refiere a las redes de fibra óptica. Más en particular, la presente invención se refiere a un sistema y un método para integrar una red de acceso fijo y de fibra óptica y una red de acceso por radio y de fibra óptica.

Información sobre los Antecedentes de la Técnica

- 10 La fibra óptica ha venido siendo extensivamente usada en las redes de transporte durante los últimos diez a quince años y en las redes de acceso fijo durante varios años hasta la fecha. Con el despliegue de fibra óptica tanto previsto como en curso en las redes de acceso fijo, tal como en la fibra hasta el hogar (FTTH), la fibra hasta el edificio (FTTB) y la fibra hasta la acera (FTTC), ha sido y será instalada una enorme cantidad de fibra óptica en estas redes de acceso fijo. Estas redes de acceso fijo estarán en muchos casos basadas en Ethernet, prestando a los clientes servicios de Ethernet con la filosofía del mejor esfuerzo.

- 15 Paralelamente a este despliegue se instalará el desarrollo de redes móviles de futura generación con radios de celda cada vez menores. Los sistemas de radio celular con transmisión digital por fibra óptica entre una unidad de radio (la parte que tiene la antena) y la estación base abrirán un nuevo camino hacia la construcción y planificación de las redes de radio en el futuro. Estos sistemas de futura generación serán llamados de aquí en adelante fibra hasta la antena (FTTA). La FTTA es una manera rentable de distribuir las unidades de radio en una red de radio celular con celdas de pequeño a mediano tamaño.

- 20 Como se muestra en la FIG. 1, una estación base de radio puede comprender una unidad principal (MU) 150 y una unidad de radio (RU) 175. La MU 150 y la RU 175 pueden estar o pueden no estar situadas en la misma ubicación. La MU 150 incluye los componentes de la banda base digital de una estación base. Por ejemplo, la MU 150 puede incluir un componente de banda base 105 y una unidad de procesamiento digital de frecuencia intermedia (IF) 110. La unidad de procesamiento digital de IF 110 procesa digitalmente los datos del canal de radio a una frecuencia intermedia llevando a cabo funciones tales como las de filtración, canalización, modulación, etc. La RU 175 incluye las partes de la radio analógica de la estación base. En el sentido que se le da en la presente, una unidad de radio es las partes de la radio analógica de una estación base o de otro tipo de estación transceptora con conexión directa o indirecta a un centro de conmutación móvil o un dispositivo correspondiente. Una unidad de radio típicamente sirve a una celda en particular en un sistema de comunicación celular. Por ejemplo, la RU 175 puede incluir un receptor 130 conectado a una antena 135 para recibir comunicaciones de radio de unidades de abonado móvil. Está conectado al receptor 130 un convertidor de analógico a digital (A/D) 125. El convertidor A/D 125 convierte las comunicaciones de radio analógica recibidas por el receptor 130 en entrada digital para transmisión al componente de la banda base 105 a través de la unidad de procesamiento digital de IF 110. La RU 175 puede también incluir un transmisor 120 conectado a la misma o a una distinta antena 135 para transmitir comunicaciones de radio a las unidades de abonado móvil. Está conectado al transmisor 120 un convertidor de digital a analógico (D/A) 115. El convertidor D/A 115 convierte las comunicaciones digitales recibidas del componente de la banda base 105 a través de la unidad de procesamiento digital de IF 110 en salida analógica para transmisión a las unidades de abonado móvil. En FTTA, el tráfico de comunicaciones entre la MU 150 y la RU 175 es transportado a través de una conexión de fibra óptica.

- 40 El problema primario que se tiene con una red de acceso de fibra óptica es el del enorme coste de instalar la propia infraestructura de fibra óptica, incluyendo dichos trabajos de instalación los de excavar zanjas, abrir calles, negociar los derechos de paso, etc. En consecuencia, sería ventajoso reutilizar una infraestructura de fibra óptica ya existente para más de un tipo de red de acceso. Las redes del tipo FTTH y FTTC usarán por ejemplo transmisión por Ethernet por razones relativas a los costes. Estas redes proporcionarán también a las redes densas de fibra muchos posibles puntos de acceso, lo cual es beneficioso para la planificación de redes de acceso por radio si pudiesen usarse estas redes de fibra óptica ya existentes.

- 50 La interfaz de enlace FTTA no es en general adecuada para funcionar usando los protocolos de transmisión de la Jerarquía Digital Plesiocrona (PDH), de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH) o del Modo de Transferencia Asíncrona (ATM). El enlace FTTA normalmente requiere una conexión síncrona de alta velocidad de punto a punto. En consecuencia, se requeriría para FTTA una conexión de fibra óptica aparte. Las redes de acceso por radio y las redes de acceso fijo basadas en fibra se construyen actualmente como dos redes independientes, pero habitualmente no es rentable instalar una red de fibra óptica solamente para FTTA. Véanse también BOETTLE D ET AL: "HYBRID FIBER RADIO ACCESS NETWORKS: ARCHITECTURE, POTENTIAL AND EVOLUTION" PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN CONFERENCE ON NETWORKS AND OPTICAL COMMUNICATIONS 1999. NOC'99. BROADBAND ACCESS AND TECHNOLOGY, AMSTERDAM: IOS PRESS, NL, vol. PARTE 1, 1999, páginas 239-244. XP000829391 ISBN: 90-5199-496-6 y la publicación de patente alemana DE19535361.

Las centrales de Ethernet carecen actualmente de la capacidad necesaria para las aplicaciones de radio. Por ejemplo, los retardos en memorias intermedias y las propiedades de la filosofía del mejor esfuerzo que son inherentes a las

centrales de Ethernet ejercen una influencia en la capacidad del tráfico de comunicaciones por radio. Las distintas propiedades de sincronización y retardo del tráfico de comunicaciones por radio y del tráfico de comunicaciones por Ethernet harán que sea difícil albergar a ambos tipos de tráfico en el mismo tipo de red de fibra óptica. Por ejemplo, las exigencias de temporización del tráfico de comunicaciones de radio son mucho más estrictas que el tráfico de comunicaciones por Ethernet según la filosofía del mejor esfuerzo que se ejecuta por la red Ethernet. Como resultado de ello, no es posible llevar un tráfico de comunicaciones por radio sensible al tiempo por una red estándar del tipo de las que se basan en la filosofía del mejor esfuerzo. Puesto que no serán predecibles los distintos tamaños de paquete, priorizaciones y otros retardos, es necesario un método para una segura y fiable transmisión del tráfico de comunicaciones por radio con bajo retardo. En una red en la que el tráfico de comunicaciones por radio pueda pasar por numerosas centrales y por una compleja red de acceso con un alto nivel de carga de tráfico de comunicaciones, el tráfico de comunicaciones por radio no puede ser transmitido con un bajo retardo garantizado.

Sería deseable contar con un sistema y un método que permitan a una red de acceso por radio celular (móvil) coexistir sobre la misma infraestructura de fibra óptica de una red de acceso fijo basada en Ethernet.

15 BREVE EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

Se describen un sistema y un método para integrar una red de acceso fijo y de fibra óptica y una red de acceso por radio y de fibra óptica. Al menos una unidad de radio transmite y recibe comunicaciones con al menos una unidad móvil. Un primer multiplexor transmite y recibe las comunicaciones con la unidad de radio que es al menos una y las comunicaciones de acceso fijo con al menos un abonado de acceso fijo. El primer multiplexor está conectado a cada unidad de radio que es al menos una y a cada abonado de acceso fijo que es al menos uno usando conexiones de fibra óptica. Cada unidad de radio que es al menos una transmite y recibe las comunicaciones con el primer multiplexor usando una longitud de onda que es distinta para cada unidad de radio que es al menos una y distinta de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo procedentes del abonado de acceso fijo que es al menos uno. Las comunicaciones y las comunicaciones de acceso fijo son transmitidas y recibidas juntamente entre el primer multiplexor y un segundo multiplexor a través de la red de acceso fijo y de fibra óptica usando las distintas longitudes de onda.

Según un ejemplo de realización alternativo de la presente invención, al menos una unidad de radio transmite y recibe comunicaciones con al menos una unidad móvil. Un primer multiplexor transmite y recibe las comunicaciones con la unidad de radio que es al menos una y las comunicaciones de acceso fijo con al menos un abonado de acceso fijo. El primer multiplexor queda conectado a cada unidad de radio que es al menos una y a cada abonado de acceso fijo que es al menos uno usando conexiones de fibra óptica. Cada unidad de radio que es al menos una transmite y recibe las comunicaciones con el primer multiplexor usando una longitud de onda que es la misma para cada unidad de radio que es al menos una. El primer multiplexor convierte las comunicaciones con cada unidad de radio que es al menos una en longitudes de onda que son distintas para cada unidad de radio que es al menos una y distintas de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con el abonado de acceso fijo que es al menos uno. Las comunicaciones y las comunicaciones de acceso fijo son transmitidas y recibidas juntamente entre el primer multiplexor y un segundo multiplexor a través de la red de acceso fijo y de fibra óptica usando las distintas longitudes de onda.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Otros objetos y ventajas de la presente invención les resultarán obvios a los expertos en la materia tras haber leído la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas, en conjunción con los dibujos acompañantes, en los que se han usado números de referencia iguales para designar a los elementos iguales, y en los que:

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de una estación base de radio que muestra la unidad principal y la unidad de radio;

la FIG. 2 es un diagrama de bloques de un sistema para integrar una red de acceso fijo y de fibra óptica y una red de acceso por radio y de fibra óptica según un ejemplo de realización de la presente invención;

las FIGS. 3A y 3B son diagramas de bloques que ilustran un multiplexor pasivo y un multiplexor activo, respectivamente, según ejemplos de realizaciones de la presente invención;

la FIG 4 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos para integrar una red de acceso fijo y de fibra óptica y una red de acceso por radio y de fibra óptica según un ejemplo de realización de la presente invención; y

la FIG 5 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos para integrar una red de acceso fijo y de fibra óptica y una red de acceso por radio y de fibra óptica según un ejemplo alternativo de realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

La FIG. 2 es un diagrama de bloques de un sistema 200 para integrar una red de acceso fijo y de fibra óptica y una red de acceso por radio y de fibra óptica según un ejemplo de realización de la presente invención. El sistema 200 puede incluir al menos una unidad de radio (RU) (como p. ej. las unidades de radio RU₁-RU_n 235) para transmitir y recibir comunicaciones con al menos una unidad móvil. El sistema 200 puede incluir un primer multiplexor (como p. ej. el primer multiplexor 220) para transmitir y recibir las comunicaciones con la unidad de radio que es al menos una y las comunicaciones de acceso fijo con al menos un abonado de acceso fijo. El primer multiplexor puede quedar conectado a cada unidad de radio que es al menos una y cada abonado de acceso fijo que es al menos uno usando conexiones de fibra óptica. Según ejemplos de realización, las comunicaciones con la unidad de radio que es al menos una y con la unidad móvil que es al menos una pueden ser por ejemplo un tráfico de comunicaciones por radio o cualquier tráfico de comunicaciones sensibles al tiempo o de alta seguridad que no pueda ser conducido por una red Ethernet estándar.

Será reconocido por los expertos en la materia y quedará de manifiesto a la luz de la siguiente descripción que en el sentido en el que se la utiliza en la presente la expresión "multiplexor" es una expresión genérica que describe a un dispositivo que lleva a cabo tanto multiplexado como demultiplexado. También reconocerán los expertos en la materia y quedará de manifiesto a la luz de la siguiente descripción que las comunicaciones pueden ser transmitidas de la unidad de radio que es al menos una (como p. ej. las unidades de radio RU₁-RU_n 235) a al menos una unidad principal (como p. ej. la unidad principal 205) (es decir, el enlace ascendente) y de la unidad principal que es al menos una a la unidad de radio que es al menos una (es decir, el enlace descendente), y que tal comunicación de radio bidireccional puede ser llevada a cabo según ejemplos de realización de la presente invención de manera similar en las direcciones tanto de enlace ascendente como de enlace descendente.

Según ejemplos de realización, cada una de las unidades de radio RU₁-RU_n 235 puede incluir una interfaz de fibra óptica digital para conectar cada unidad de radio RU₁-RU_n 235 al primer multiplexor 220 a través de conexiones de fibra óptica 240. Según un ejemplo alternativo de realización, cada una de las unidades de radio RU₁-RU_n 235 puede incluir una interfaz de fibra óptica analógica. En dependencia de la aplicación y del entorno, pueden usarse cualesquiera de distintos tipos de cables de fibra óptica y fibras ópticas para conectar cada unidad de radio RU₁-RU_n 235 al primer multiplexor 220 para establecer el enlace FTTH. Para las fibras ópticas, por ejemplo pueden usarse fibras ópticas unimodales o multimodales. Sin embargo, puede usarse toda fibra óptica que se desee.

Según ejemplos de realización, puede usarse un cable de dos fibras para un enlace FTTH para conectar cada unidad de radio RU₁-RU_n 235 al primer multiplexor 220. Por ejemplo, una fibra en el cable de dos fibras puede ser usada para las comunicaciones de enlace ascendente, es decir de una unidad de radio a una unidad principal, mientras que la otra fibra puede ser usada para las comunicaciones de enlace descendente, es decir de una unidad principal a una unidad de radio. Sin embargo, puede usarse cualquier cable de fibra óptica que se desee.

Al menos un abonado de acceso fijo 225 puede quedar conectado al primer multiplexor 220 a través de conexiones de fibra óptica 230. Los abonados de acceso fijo 225 pueden comunicarse a través de una red de acceso fijo usando comunicaciones de acceso fijo. Según ejemplos de realización, las comunicaciones de acceso fijo pueden ser comunicaciones de Ethernet. Sin embargo, para las comunicaciones de acceso fijo puede usarse cualquier tipo de protocolo de comunicaciones. El primer multiplexor 220 puede incluir por ejemplo una central de Ethernet estándar a la cual pueden estar conectados los abonados de acceso fijo. Las unidades de radio pueden estar conectadas a un multiplexor de longitud de onda tal como por ejemplo un módulo de multiplexado por división aproximada de longitud de onda (CWDM) óptica que puede estar incluido en la central de Ethernet o como módulo externo conectado o asociado a la central de Ethernet. Según un ejemplo alternativo de realización, para mayores números de interfaces de unidad de radio manejadas a través de la misma conexión de fibra óptica puede usarse por ejemplo un módulo de multiplexado denso por división de longitud de onda (DWDM) óptica en lugar de un módulo de CWDM óptica.

La del CWDM es una alternativa de multiplexado por división de longitud de onda de bajo coste para aplicaciones metropolitanas y de acceso. El espaciamiento de canales puede ser típicamente de 20 nanómetros (nm), lo cual facilita el uso de dispositivos no refrigerados. Además, en comparación con el DWDM, el relativamente amplio espaciamiento de canales permite una mayor relajación de las tolerancias de las longitudes de onda tanto para los multiplexores/demultiplexores como para los transmisores. El CWDM es conocido en la técnica y está descrito, por ejemplo, en la Solicitud de Patente Europea N° EP 0991217 A2, presentada el 21 de septiembre de 1999 y publicada el 5 de abril de 2000, cuya descripción queda incorporada a la presente por referencia.

Cada unidad de radio que es al menos una puede transmitir y recibir las comunicaciones con el primer multiplexor usando una longitud de onda que sea distinta para cada unidad de radio que es al menos una y distinta de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con el abonado de acceso fijo que es al menos uno. Así, el tráfico de comunicaciones entre cada unidad de radio RU₁-RU_n 235 y el primer multiplexor 220 puede ser conducido sobre una longitud de onda independiente λ_{Rn} , donde n es una RU_{1..n} específica de las unidades de radio RU₁-RU_n 235. Según ejemplos de realización, las longitudes de onda λ_{Rn} pueden estar en la tercera ventana de longitudes de onda (siendo de p. ej. 1550 nm) y separadas unas de otras por una distancia lo suficientemente grande como para estar en condiciones de usar láseres no refrigerados y componentes de filtro de bajo coste, por ejemplo.

- El tráfico de comunicaciones de acceso fijo entre los abonados de acceso fijo 225 y el primer multiplexor 220 puede ser conducido sobre una longitud de onda λ_E que puede ser la misma para todos los abonados de acceso fijo 225. La longitud de onda λ_E puede ser una longitud de onda situada en la segunda ventana de longitudes de onda (siendo p. ej. de 1310 nm), que satisface por ejemplo las exigencias de la norma de Ethernet. Sin embargo, las longitudes de onda λ_{Rn} y las longitudes de onda λ_E pueden estar en cualquier ventana de longitudes de onda y pueden ser cualquier longitud de onda, siempre que todas y cada una de las longitudes de onda λ_{Rn} sean distintas unas de otras y de las longitudes de onda λ_E . Si se usan varias longitudes de onda distintas para el tráfico de comunicaciones de acceso fijo (como p. ej. longitudes de onda desde λ_{E1} hasta λ_{En}), las longitudes de onda λ_{Rn} serían entonces distintas unas de otras y de cada una de las longitudes de onda λ_{En} .
- Usando una separación entre longitudes de onda es posible conducir tanto el tráfico de comunicaciones de Ethernet basado en la filosofía del mejor esfuerzo como el tráfico de comunicaciones sensibles al tiempo sobre la misma infraestructura física de fibra óptica, porque mediante componentes dedicados en los multiplexores pueden satisfacerse las distintas exigencias del tráfico de comunicaciones de Ethernet y del tráfico de comunicaciones sensibles al tiempo. Así, puede darse un rodeo a las centrales de Ethernet y puede crearse un canal dedicado de transmisión plenamente síncrona y de bajo retardo entre las unidades de radio y las unidades principales. El uso de tecnología de CWDM le permite a este canal dedicado coexistir con los servicios de acceso fijo según la filosofía del mejor esfuerzo en la misma red de acceso de fibra óptica.
- El primer multiplexor 220 puede estar conectado a una red de acceso fijo y de fibra óptica 215 tal como por ejemplo un enlace de acceso de fibra óptica de punto a punto. El sistema 200 puede incluir un segundo multiplexor (como p. ej. el segundo multiplexor 210), pudiendo las comunicaciones y las comunicaciones de acceso fijo ser transmitidas y recibidas juntamente entre el primer multiplexor y el segundo multiplexor a través de la red de acceso fijo y de fibra óptica usando las distintas longitudes de onda. El segundo multiplexor 210 puede ser por ejemplo una central de Ethernet estándar a la cual pueden estar conectados dispositivos de red tal como el encaminador 202 por ejemplo. Para las comunicaciones, el segundo multiplexor 210 puede incluir un multiplexor de longitud de onda tal como por ejemplo un módulo de CWDM óptica que puede estar incluido en la central de Ethernet o como módulo externo conectado o asociado a la central de Ethernet. Las comunicaciones de acceso fijo pueden ser retransmitidas por la central de Ethernet del segundo multiplexor 210 al encaminador 202 para su encaminamiento dentro de la red de acceso fijo.
- Según ejemplos de realización, las comunicaciones y las comunicaciones de acceso fijo pueden ser transmitidas y recibidas juntamente entre el primer multiplexor y el segundo multiplexor usando un par de fibras (es decir, un par de fibras ópticas) en la red de acceso fijo y de fibra óptica (como p. ej. la red de acceso fijo y de fibra óptica 215). Por ejemplo, una fibra individual en la red de acceso de fibra óptica puede ser usada para transportar el tráfico de comunicaciones del primer multiplexor al segundo multiplexor (es decir, para el enlace ascendente), y una fibra individual en la red de acceso de fibra óptica puede ser usada para transportar el tráfico de comunicaciones del segundo multiplexor al primer multiplexor (es decir, para el enlace descendente). Esto se logra de manera rentable por medio del multiplexado por división aproximada de longitud de onda (CWDM) óptica, que permite que tanto el tráfico de comunicaciones como el tráfico de comunicaciones de acceso fijo sea transportado por una fibra individual en cada dirección. Sin embargo, en la red de acceso de fibra óptica puede usarse cualquier número de fibras para transportar el tráfico de comunicaciones en las direcciones tanto del enlace ascendente como del enlace descendente entre los multiplexores primero y segundo.
- El sistema 200 puede incluir al menos una unidad principal (MU) (como p. ej. la unidad principal 205) conectada al segundo multiplexor (p. ej. al segundo multiplexor 210), para transmitir y recibir las comunicaciones con el segundo multiplexor. La unidad principal puede ser por ejemplo las partes de la banda base digital de una estación base. La unidad principal 205 puede estar conectada a un multiplexor de longitud de onda tal como por ejemplo un módulo de CWDM óptica que puede estar incluido en la central de Ethernet o como módulo externo conectado o asociado a la central de Ethernet. Según ejemplos de realización, la unidad principal 205 puede contener una interfaz de fibra óptica, elementos de procesamiento de radio de banda base y una interfaz para un controlador de red de radio (RNC).
- Separando el tráfico de comunicaciones en distintas longitudes de onda, es también posible distribuir una señal de reloj de referencia en todo el sistema 200. La señal de reloj de referencia puede ser distribuida en todo el sistema 200 a una longitud de onda que sea distinta de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones con cada unidad de radio que es al menos una RU_1 - RU_n 235 y distinta de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo del abonado de acceso fijo 225 que es al menos uno. Así, para una fiable distribución de la señal de reloj de referencia dentro de la red puede usarse una específica longitud de onda de reloj λ_{CLK} que sea independiente de las longitudes de onda λ_{Rn} y λ_E . Por ejemplo, la longitud de onda λ_{CLK} puede ser de 1625 nm. Sin embargo puede usarse para la señal de reloj de referencia cualquier longitud de onda que sea distinta de las longitudes de onda λ_{Rn} y λ_E .
- Como se ilustra en la FIG. 3A, según un ejemplo de realización de la presente invención los módulos de CWDM óptica que están contenidos en o conectados o asociados de otro modo al primer multiplexor 220 y al segundo multiplexor 210 pueden ser divisores o filtros pasivos tales como por ejemplo el filtro de CWDM pasivo 350. En otras palabras, el primer multiplexor 220 y el segundo multiplexor 210 pueden combinar (es decir, multiplexar) y separar (es decir, demultiplexar) las longitudes de onda λ_{Rn} y las longitudes de onda λ_E para enviar y recibir las comunicaciones combinadas por la red de acceso fijo y de fibra óptica 215. Sin embargo, en esta realización ni el primer multiplexor 220 ni el segundo

multiplexor 210 alteran las longitudes de onda de cualesquiera de las señales de comunicaciones transmitidas y recibidas.

Según un ejemplo alternativo de realización, para las comunicaciones entre las unidades de radio RU_1 - RU_n 235 y el primer multiplexor 220 cada unidad de radio que es al menos una RU_1 - RU_n 235 puede transmitir y recibir las comunicaciones con el primer multiplexor usando una longitud de onda que es la misma para cada unidad de radio que es al menos una RU_1 - RU_n 235. La longitud de onda λ_R puede estar por ejemplo ya sea en la segunda ventana de longitudes de onda (siendo p. ej. de 1310 nm) o bien en la tercera ventana de longitudes de onda (siendo p. ej. de 1550 nm). Sin embargo, en este ejemplo alternativo de realización puede usarse cualquier longitud de onda siempre que dicha longitud de onda sea la misma para cada una de las unidades de radio.

Como se muestra en la FIG. 3B, según este ejemplo alternativo de realización el módulo de CWDM óptica que está contenido en o conectado o asociado de otro modo al primer multiplexor 220 puede tener componentes activos tales como por ejemplo el módulo de filtro de CWDM 375. En otras palabras, en esta realización el primer multiplexor 220 puede alterar las longitudes de onda de las señales de comunicaciones transmitidas y recibidas. El segundo multiplexor 210 puede seguir siendo un divisor pasivo en este ejemplo alternativo de realización. El tráfico de comunicaciones hacia/desde las unidades de radio RU_1 - RU_n 235, que tienen cada una la misma longitud de onda λ_R , puede ser convertido en el primer multiplexor 220 en distintas longitudes de onda específicas λ_{Rn} para su transmisión al y su recepción desde el segundo multiplexor 210 a través de la red de acceso fijo y de fibra óptica 215.

El módulo de filtro de CWDM activo 375 puede incluir dispositivos optoelectrónicos 220 que convierten las señales ópticas de las unidades de radio RU_1 - RU_n 235 en señales eléctricas que son pasadas a convertidores optoelectrónicos 305 a través del enlace común de datos eléctricos 310. Los convertidores optoelectrónicos 305 pueden incluir láseres específicos de longitud de onda no refrigerados para transmitir las señales ópticas y detectores optoelectrónicos para recibir las señales ópticas. Los láseres específicos de longitud de onda no refrigerados en los convertidores optoelectrónicos 305 pueden convertir las señales eléctricas en señales ópticas a distintas longitudes de onda λ_{Rn} para su transmisión al segundo multiplexor 210. Al recibir comunicaciones del segundo multiplexor 210, los detectores optoelectrónicos en los convertidores optoelectrónicos 305 en el módulo de filtro de CWDM activo 375 del primer multiplexor 220 pueden convertir las señales ópticas recibidas en señales eléctricas. Estas señales eléctricas pueden ser pasadas a los dispositivos optoelectrónicos 320 a través del enlace común de datos eléctricos 310, pudiendo ser ahí convertidas de nuevo en señales ópticas a longitudes de onda λ_R y pasadas a las unidades de radio RU_1 - RU_n 235. La conversión de las comunicaciones entre señales eléctricas y señales ópticas puede ser llevada a cabo de manera similar en el segundo multiplexor 210 si el segundo multiplexor 210 incluye componentes activos en lugar de pasivos. En cualquier caso puede estar conectada al segundo multiplexor 210 al menos una unidad principal (como p. ej. la unidad principal 205) para transmitir y recibir las comunicaciones con el segundo multiplexor 210.

Según este ejemplo de realización alternativo, el primer multiplexor puede convertir las comunicaciones con cada unidad de radio que es al menos una en longitudes de onda que son distintas para cada unidad de radio que es al menos una y distintas de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con el abonado de acceso fijo que es al menos uno. En consecuencia, todos los componentes específicos de longitud de onda pueden estar ubicados en el multiplexor (p. ej. en el primer multiplexor 220) y no diseminados en varias unidades de radio distintas RU_1 - RU_n 235. En este ejemplo de realización alternativo, los láseres específicos de longitud de onda no refrigerados que se usan en los convertidores optoelectrónicos 305 pueden ser por ejemplo ya sea un componente que constituya un láser único o bien componentes que constituyan un conjunto de láseres. Por añadidura, puede distribuirse por la red de acceso fijo y de fibra óptica una señal de reloj de referencia a una longitud de onda que sea distinta de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones entre cada unidad de radio que es al menos una y el primer multiplexor y entre el primer multiplexor y el segundo multiplexor y distinta de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con el abonado de acceso fijo que es al menos uno.

Según otro ejemplo de realización alternativo, un sistema para integrar una red de acceso fijo y de fibra óptica y una red de acceso por radio y de fibra óptica puede comprender un primer multiplexor (como p. ej. el primer multiplexor 220) para transmitir y recibir comunicaciones con al menos una unidad de radio (como p. ej. las unidades de radio RU_1 - RU_n 235) y comunicaciones de acceso fijo con una red de comunicaciones de acceso fijo. Las comunicaciones y las comunicaciones de acceso fijo pueden ser multiplexadas a un enlace de comunicaciones de fibra óptica (como p. ej. al menos una fibra en la red de acceso fijo y de fibra óptica 215). El sistema puede también incluir un segundo multiplexor (como p. ej. el segundo multiplexor 210) para transmitir y recibir las comunicaciones multiplexadas y para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con una red de acceso fijo (p. ej. a través del encaminador 202) y las comunicaciones con un componente de red de radio (como p. ej. la unidad principal 205) usando las distintas longitudes de onda.

Según este ejemplo de realización alternativo, cada antena remota que es al menos una puede transmitir y recibir las comunicaciones con el primer multiplexor usando una longitud de onda que sea distinta para cada unidad de radio que es al menos una y distinta de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con la red de comunicaciones de acceso fijo. Como alternativa, cada unidad de radio que es al menos una puede transmitir y recibir las comunicaciones con el primer multiplexor usando una longitud de onda que sea la misma para cada unidad de radio que es al menos una. Si las longitudes de onda de las comunicaciones transmitidas y recibidas con las unidades de

radio son las mismas, el primer multiplexor puede convertir las comunicaciones con cada unidad de radio que es al menos una en longitudes de onda que sean distintas para cada unidad de radio que es al menos una y distintas de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con la red de comunicaciones de acceso fijo.

Según este ejemplo de realización alternativo, los multiplexores primero y segundo pueden ser centrales de Ethernet que incluyan cada una un multiplexor de longitud de onda. El multiplexor de longitud de onda puede llevar a cabo por ejemplo multiplexado por división aproximada de longitud de onda (CWDM) óptica. Las comunicaciones y las comunicaciones de acceso fijo pueden ser transmitidas y recibidas juntamente entre el primer multiplexor y el segundo multiplexor usando un par de fibras en la red de acceso fijo y de fibra óptica.

Se describirá haciendo referencia a la FIG. 4 un método para integrar una red de acceso fijo y de fibra óptica y una red de acceso por radio y de fibra óptica. En el paso 400 pueden ser transmitidas y recibidas comunicaciones entre al menos una unidad de radio (como p. ej. las unidades de radio RU_1 - RU_n 235) y un primer multiplexor (como p. ej. el primer multiplexor 220) a través de conexiones de fibra óptica (como p. ej. las conexiones de fibra óptica 240). En el paso 405 pueden ser transmitidas y recibidas comunicaciones de acceso fijo entre el primer multiplexor y al menos un abonado de acceso fijo (como p. ej. los abonados de acceso fijo 225). Las comunicaciones de acceso fijo pueden ser transmitidas y recibidas con el primer multiplexor a través de por ejemplo las conexiones de fibra óptica 230. Según ejemplos de realización, las comunicaciones de acceso fijo pueden ser comunicaciones de Ethernet. Sin embargo, puede usarse cualquier tipo de protocolo de comunicaciones para las comunicaciones de acceso fijo.

Las comunicaciones transmitidas y recibidas con cada unidad de radio que es al menos una pueden ser transmitidas y recibidas con el primer multiplexor usando una longitud de onda que sea distinta para cada unidad de radio que es al menos una (como p. ej. las longitudes de onda λ_{Rn}) y distinta de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con el abonado de acceso fijo que es al menos uno (como p. ej. las longitudes de onda λ_E). En el paso 410, las comunicaciones y las comunicaciones de acceso fijo pueden ser transmitidas y recibidas juntamente entre el primer multiplexor y un segundo multiplexor (como p. ej. el segundo multiplexor 210) a través de una red de acceso fijo y de fibra óptica (como p. ej. la red de acceso fijo y de fibra óptica 215) usando las distintas longitudes de onda. Según ejemplos de realización, los multiplexores primero y segundo pueden ser centrales de Ethernet que incluyan un multiplexor de longitud de onda tal como por ejemplo un módulo de CWDM óptica, que puede estar incluido en la central de Ethernet o como módulo externo conectado o asociado a la central de Ethernet. En el paso 415, las comunicaciones pueden ser transmitidas y recibidas entre el segundo multiplexor y al menos una unidad principal (como p. ej. la unidad principal 205) conectada al segundo multiplexor.

El método puede adicionalmente incluir el paso de distribuir una señal de reloj de referencia por la red de acceso fijo y de fibra óptica a una longitud de onda (como p. ej. la longitud de onda λ_{CLK}) que sea distinta de la usada para transmitir y recibir comunicaciones con cada unidad de radio que es al menos una (como p. ej. las longitudes de onda λ_{Rn}) y distinta de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con el abonado de acceso fijo que es al menos uno (como p. ej. las longitudes de onda λ_E).

Según ejemplos de realización, las comunicaciones y las comunicaciones de acceso fijo pueden ser transmitidas y recibidas juntamente entre el primer multiplexor y el segundo multiplexor usando un par de fibras en la red de acceso fijo y de fibra óptica. Por ejemplo puede usarse una fibra individual en la red de acceso de fibra óptica para la comunicación del primer multiplexor al segundo multiplexor (es decir, para el enlace ascendente) y puede usarse una fibra individual en la red de acceso de fibra óptica para la comunicación del segundo multiplexor al primer multiplexor (es decir, para el enlace descendente). Sin embargo, en la red de acceso de fibra óptica puede usarse cualquier número de fibras para transportar el tráfico de comunicaciones en las direcciones tanto de enlace ascendente como de enlace descendente entre los multiplexores primero y segundo.

Se describe a continuación haciendo referencia a la FIG. 5 un método para integrar una red de acceso fijo y de fibra óptica y una red de acceso por radio y de fibra óptica según un ejemplo de realización alternativo de la presente invención. En el paso 500 pueden transmitirse y recibirse comunicaciones entre al menos una unidad de radio (como p. ej. las unidades de radio RU_1 - RU_n 235) y un primer multiplexor (como p. ej. el primer multiplexor 220) a través de conexiones de fibra óptica (como p. ej. las conexiones de fibra óptica 240). En el paso 505 pueden transmitirse y recibirse comunicaciones de acceso fijo entre el primer multiplexor (como p. ej. el primer multiplexor 220) y al menos un abonado de acceso fijo (como p. ej. los abonados de acceso fijo 225). Las comunicaciones de acceso fijo pueden ser transmitidas y recibidas con el primer multiplexor a través de conexiones de fibra óptica 230, por ejemplo. Las comunicaciones transmitidas y recibidas con cada unidad de radio que es al menos una pueden ser transmitidas y recibidas con el primer multiplexor usando una longitud de onda que sea la misma para cada unidad de radio que es al menos una (como p. ej. las longitudes de onda λ_R).

En el paso 510, las comunicaciones con cada unidad de radio que es al menos una pueden ser convertidas en el primer multiplexor en longitudes de onda que sean distintas para cada unidad de radio que es al menos una (como p. ej. las longitudes de onda λ_{Rn}) y distintas de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con el abonado de acceso fijo que es al menos uno (como p. ej. las longitudes de onda λ_E). En el paso 515, las comunicaciones y las comunicaciones de acceso fijo pueden ser transmitidas juntamente entre el primer multiplexor y un segundo multiplexor (como p. ej. el segundo multiplexor 210) a través de una red de acceso fijo y de fibra óptica (como p. ej. la red de acceso fijo y de fibra óptica 215) usando las distintas longitudes de onda. Según ejemplos de realización,

5 los multiplexores primero y segundo pueden ser centrales de Ethernet que incluyan un multiplexor de longitud de onda tal como por ejemplo un módulo de CWDM óptica, que puede estar incluido en la central de Ethernet o como módulo externo conectado o asociado a la central de Ethernet. En el paso 520, las comunicaciones pueden ser transmitidas y recibidas entre el segundo multiplexor y al menos una unidad principal (como p. ej. la unidad principal 205) conectada al segundo multiplexor.

10 El método puede incluir adicionalmente el paso de distribuir una señal de reloj de referencia por la central de acceso fijo y de fibra óptica a una longitud de onda (como p. ej. la longitud de onda λ_{CLK}) que sea distinta de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones entre cada unidad de radio que es al menos una y el primer multiplexor (como p. ej. las longitudes de onda λ_R) y entre el primer multiplexor y el segundo multiplexor (como p. ej. las longitudes de onda λ_{RN}) y distinta de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con el abonado de acceso fijo que es al menos uno (como p. ej. las longitudes de onda λ_E).

15 Según ejemplos de realización, las comunicaciones y las comunicaciones de acceso fijo pueden ser transmitidas y recibidas juntamente entre el primer multiplexor y el segundo multiplexor usando un par de fibras en la red de acceso fijo y de fibra óptica. Por ejemplo, en la red de acceso de fibra óptica puede usarse una fibra individual para la comunicación del primer multiplexor al segundo multiplexor (es decir, para el enlace ascendente), y en la red de acceso de fibra óptica puede usarse una fibra individual para la comunicación del segundo multiplexor al primer multiplexor (es decir, para el enlace descendente). Sin embargo, en la red de acceso de fibra óptica puede usarse cualquier número de fibras para transportar el tráfico de comunicaciones en las direcciones tanto de enlace ascendente como de enlace descendente entre los multiplexores primero y segundo.

20 Los expertos en la materia apreciarán que la presente invención puede ser realizada de varias formas específicas sin por ello salir fuera del espíritu o de las características esenciales de la misma. Por ejemplo, las unidades de radio (como p. ej. las unidades de radio RU_1 - RU_n 235) pueden ser sustituidas por estaciones base de radio (RBSs) y la unidad principal (como p. ej. la unidad principal 205) puede ser sustituida por un controlador de red de radio (RNC). En esta configuración, una RBS estaría conectada al RNC a través de una infraestructura de fibra óptica compartida con una red Ethernet de acceso fijo.

25 Las realizaciones aquí descritas se consideran a todos los respectos como realizaciones ilustrativas y no limitativas. El alcance de la invención queda indicado por las reivindicaciones adjuntas, y no por la anterior descripción, y se pretende que queden comprendidos en el mismo todos los cambios dentro del significado y del alcance de equivalencia de la misma.

REIVINDICACIONES

- 1.- Sistema (200) que comprende una red de acceso fijo y de fibra óptica (230) y una red de acceso por radio celular móvil y de fibra óptica (240), caracterizado por:
- 5 un primer multiplexor (220) directamente conectado a través de una fibra óptica a la red de acceso fijo y de fibra óptica (230) y a la red de acceso por radio celular móvil y de fibra óptica (240) para comunicaciones con al menos una unidad de radio (235) de la red de acceso por radio celular móvil y de fibra óptica (240) y comunicaciones de acceso fijo con un abonado de acceso fijo (225) de la red de acceso fijo y de fibra óptica (230) a un enlace de comunicaciones de fibra óptica (215); y
- 10 un segundo multiplexor (210) al final del enlace de comunicaciones de fibra óptica (215) para transmitir y recibir las comunicaciones multiplexadas y para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con un componente (202) de red de acceso fijo y las comunicaciones de radio con un componente (205) de red de radio.
- 2.- Sistema según la reivindicación 1, donde cada unidad de radio que es al menos una está adaptada para transmitir y recibir las comunicaciones de radio con el primer multiplexor usando una longitud de onda que es distinta para cada
- 15 unidad de radio que es al menos una y distinta de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con la red de comunicaciones de acceso fijo.
- 3.- Sistema según la reivindicación 1, donde cada unidad de radio que es al menos una está adaptada para transmitir y recibir las comunicaciones de radio con el primer multiplexor usando una longitud de onda que es la misma para cada
- 20 unidad de radio que es al menos una, y donde el primer multiplexor está adaptado para convertir las comunicaciones de radio con cada unidad de radio que es al menos una en longitudes de onda que son distintas para cada unidad de radio que es al menos una y distintas de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con la red de comunicaciones de acceso fijo.
- 4.- Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, donde los multiplexores primero y segundo son centrales de Ethernet que incluyen cada una un multiplexor de longitud de onda.
- 25 5.- Sistema según la reivindicación 4, donde el multiplexor de longitud de onda está adaptado para llevar a cabo multiplexado por división aproximada de longitud de onda óptica.
- 6.- Sistema según la reivindicación 5, donde las comunicaciones de radio y las comunicaciones de acceso fijo son transmitidas y recibidas conjuntamente entre el primer multiplexor y el segundo multiplexor por un par de fibras de la red de acceso fijo y de fibra óptica.
- 30 7.- Método para integrar una red de acceso fijo y de fibra óptica (230) y una red de acceso por radio celular móvil y de fibra óptica (240), caracterizado por los pasos de:
- multiplexar en un primer multiplexor (220) directamente conectado a través de una fibra óptica a la red de acceso fijo y de fibra óptica (230) y a la red de acceso por radio celular móvil y de fibra óptica (240) comunicaciones con al menos una unidad de radio (235) de la red de acceso por radio celular móvil y de fibra óptica (240) y comunicaciones de acceso
- 35 fijo con un abonado de acceso fijo (225) de la red de acceso fijo y de fibra óptica (230) a un enlace de comunicaciones de fibra óptica (215); y
- transmitir y recibir en un segundo multiplexor (210) al final del enlace de comunicaciones de fibra óptica (215) las comunicaciones multiplexadas y transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con un componente (202) de red de acceso fijo y las comunicaciones de radio con un componente (205) de red de radio.
- 40 8.- Método según la reivindicación 7, donde cada unidad de radio que es al menos una transmite y recibe las comunicaciones de radio con el primer multiplexor usando una longitud de onda que es distinta para cada unidad de radio que es al menos una y distinta de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con la red de comunicaciones de acceso fijo.
- 9.- Método según la reivindicación 7, donde cada unidad de radio que es al menos una transmite y recibe las
- 45 comunicaciones de radio con el primer multiplexor usando una longitud de onda que es la misma para cada unidad de radio que es al menos una, y donde el primer multiplexor convierte las comunicaciones de radio con cada unidad de radio que es al menos una en longitudes de onda que son distintas para cada unidad de radio que es al menos una y distintas de la usada para transmitir y recibir las comunicaciones de acceso fijo con la red de comunicaciones de acceso fijo.
- 50 10.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 7 - 9, donde los multiplexores primero y segundo son centrales de Ethernet que incluyen cada uno un multiplexor de longitud de onda.
- 11.- Método según la reivindicación 10, donde el multiplexor de longitud de onda lleva a cabo multiplexado por división aproximada de longitud de onda óptica.

12.- Método según la reivindicación 11, donde las comunicaciones de radio y las comunicaciones de acceso fijo son transmitidas y recibidas juntamente entre el primer multiplexor y el segundo multiplexor usando un par de fibras en la red de acceso fijo y de fibra óptica.

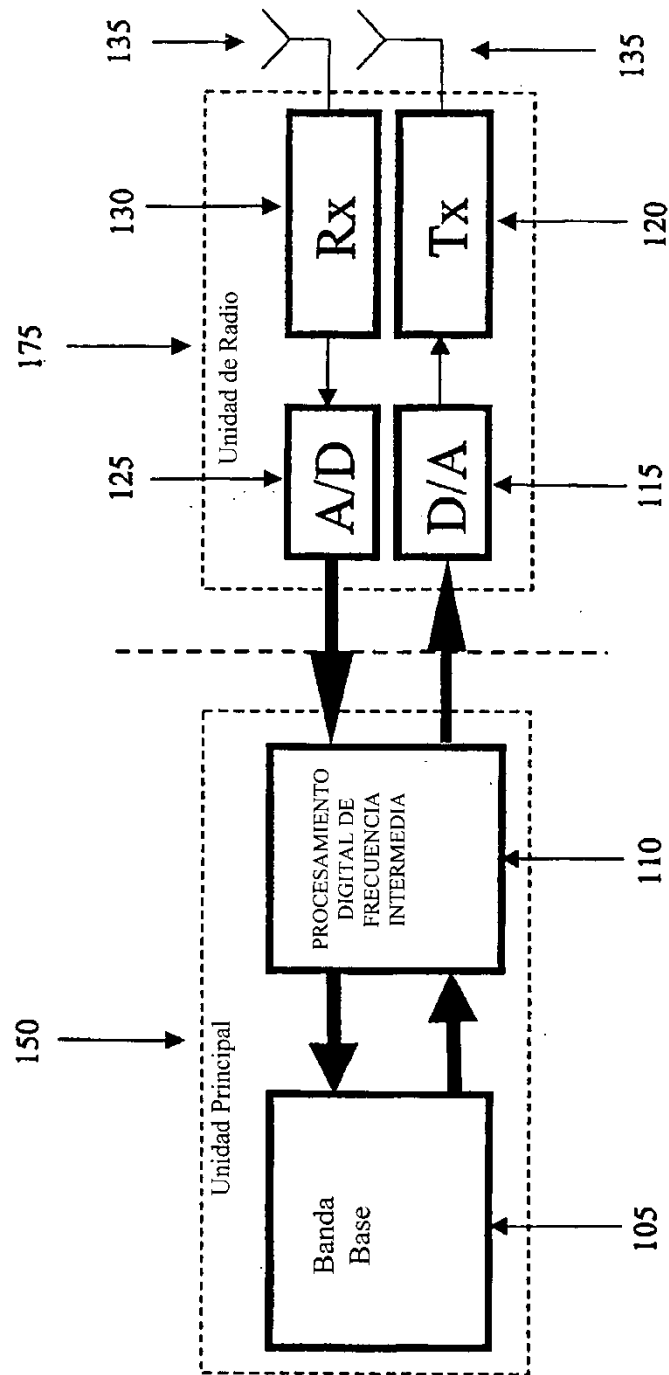


FIG. 1
(Técnica afín)

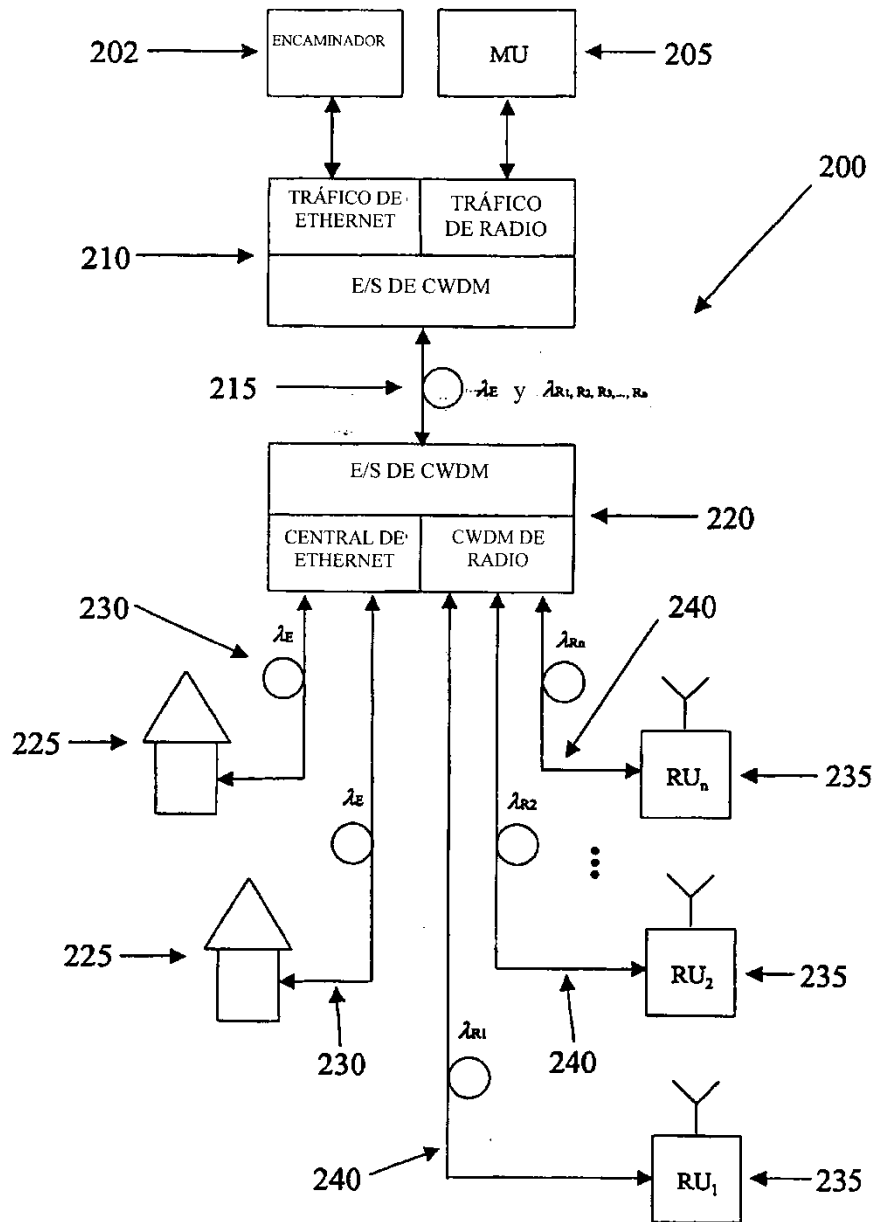
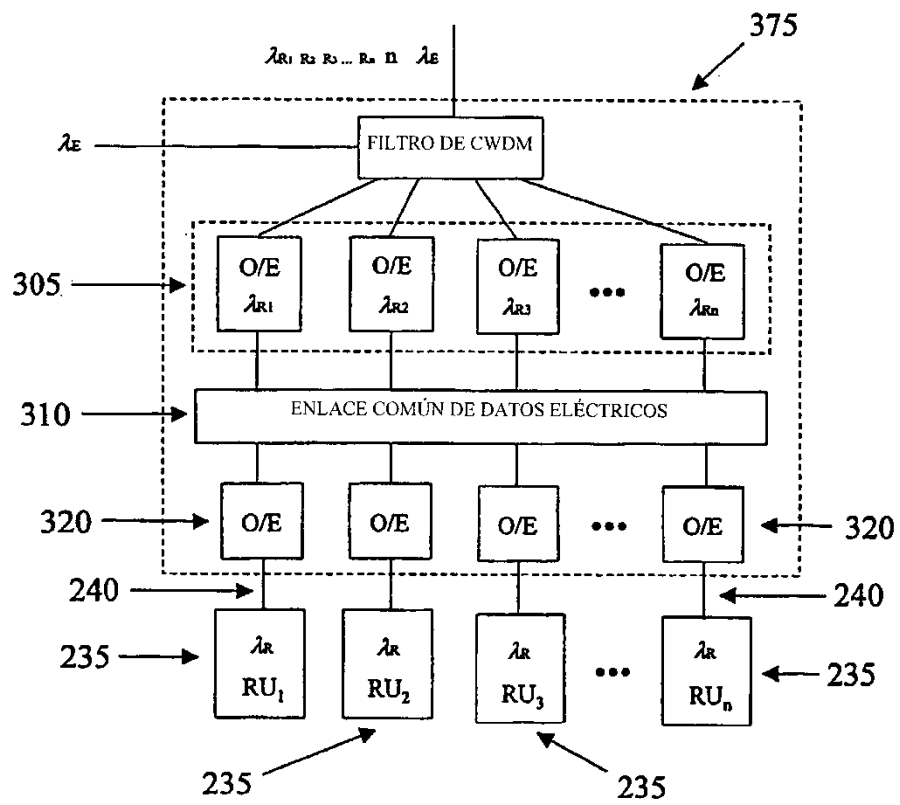
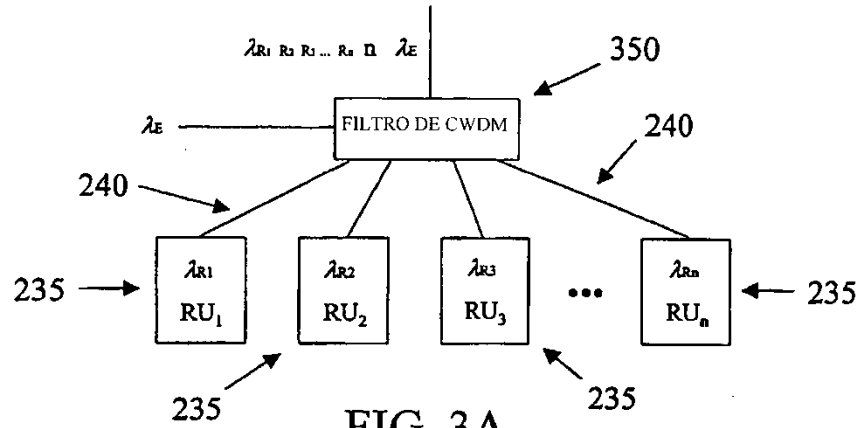


FIG. 2



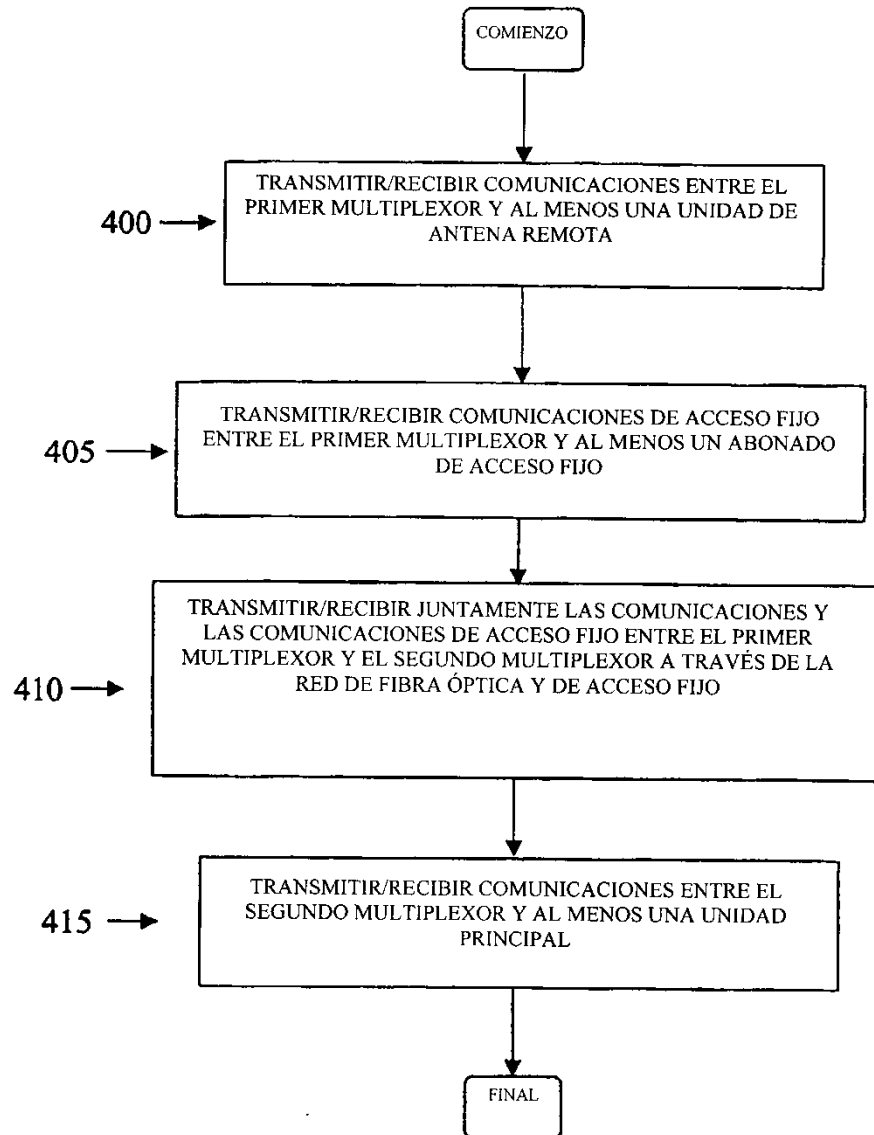


FIG. 4

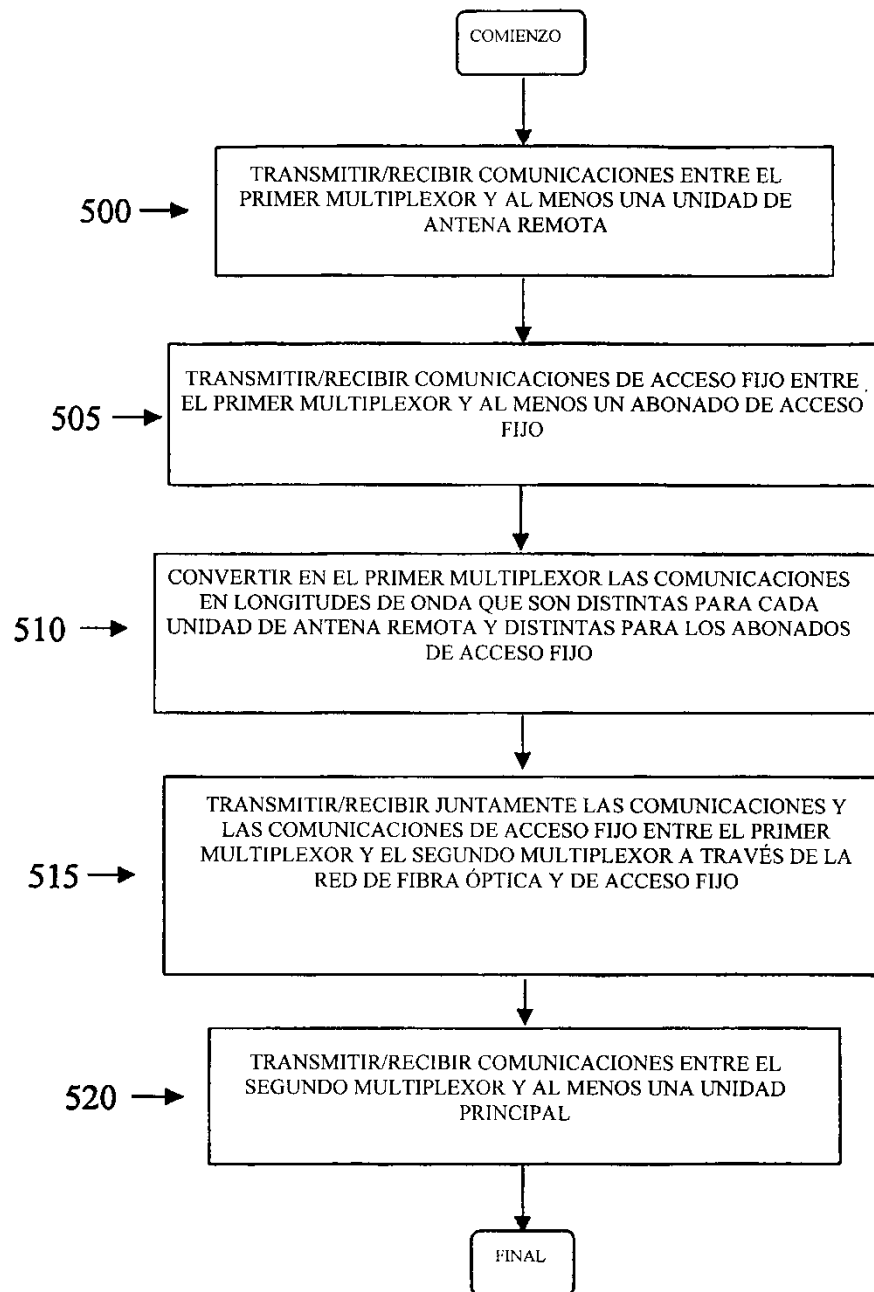


FIG. 5