



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 298 339**

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

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **02394013 .3**

(86) Fecha de presentación : **24.01.2002**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1227605**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **31.07.2002**

(54) Título: **Procedimiento y sistema para la distribución de señales de comunicación inalámbrica multibanda.**

(30) Prioridad: **26.01.2001 US 771320**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2008

(73) Titular/es: **LGC Wireless, Inc.**
2540 Junction Avenue
San Jose, California 95134-1902, US

(72) Inventor/es: **Schwartz, Adam L.;**
Hart, David;
Eisenberg, John y
Forth, Peter

(74) Agente: **Carpintero López, Francisco**

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

Procedimiento y sistema para la distribución de señales de comunicación inalámbrica multibanda.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general al campo de los sistemas de comunicaciones inalámbricas. Más concretamente, se refiere a un procedimiento y a un sistema novedosos para distribuir señales de comunicación inalámbrica multibanda.

10 **Técnica anterior**

A medida que las comunicaciones inalámbricas se han convertido en una forma de vida en la sociedad, un desafío para los operadores de redes inalámbricas es transportar y distribuir señales de comunicaciones inalámbricas multibanda de una forma eficiente, flexible y económica. El desafío es particularmente acentuado en áreas que no son tradicionalmente cubiertas por macrorredes. Dichas áreas residen en su mayoría en entornos de interior, incluyendo aeropuertos, centros comerciales, edificios de oficinas, túneles, hoteles, centros de convención, estadios deportivos.

Los sistemas de radio distribuidos se utilizan habitualmente en la técnica para proporcionar la cobertura de radio a entornos de interior, empleando una arquitectura de un sistema de antenas distribuidas que soportan una banda de radiofrecuencia (RF) inalámbrica. Dicha arquitectura conlleva que, con el fin de soportar múltiples bandas de RF, tienen que ser instalados en paralelo sistemas de antenas distribuidas separadas, admitiendo, cada una, una banda de RF específica. Esto resulta bastante ineficiente, y a veces una empresa engorrosa.

Estos últimos años han aparecido algunas otras propuestas de la técnica, intentando distribuir unas señales de comunicación inalámbrica multibanda de una forma más eficiente. Por ejemplo, la Patente estadounidense No. 5,969,837 de Farber *et al.* describe un sistema de comunicaciones en el cual múltiples señales de RF procedentes de múltiples redes de comunicaciones inalámbricas son primeramente combinadas en una unidad de base. La señal de RF es a continuación dividida en múltiples salidas, que son a continuación convertidas en señales ópticas y transmitidas a unidades distantes mediante fibras ópticas. En cada unidad distante, la señal óptica recibida es reconvertida en una señal de RF. La señal de RF es a continuación dividida y enrutada hasta antenas separadas, en el que cada antena está diseñada para una banda de frecuencias específica (por ejemplo PCS, GSM, o paginación).

Una desventaja notable del sistema de la técnica anterior expuesto es que cada banda de frecuencias requiere una antena dedicada, la cual maneja tanto señales de RF de enlace descendente como de enlace ascendente por medio de un duplexor. (Y debe destacarse que el duplexor (84) según se divulga en Farber *et al.* no puede realmente separar más de una banda de frecuencias, particularmente las bandas entrelazadas, como por ejemplo las bandas celulares e iDEN). Dicha configuración puede resultar considerablemente voluminosa e ineficiente, especialmente al tratar con múltiples bandas de frecuencias (por ejemplo, más de dos). Hay inconvenientes adicionales comunes a los sistemas expuestos y a otros sistemas distribuidos multibanda de la técnica anterior, que se resumen de la forma siguiente:

1. Los sistemas de la técnica anterior típicamente emplean una arquitectura de estrella, en la cual cada unidad distante está conectada a una unidad principal (o de base) mediante un cable de fibra óptica dedicado. Dicha estructura es inflexible e ineficiente en muchas aplicaciones.
2. Fuertes señales de RF de enlace descendente transmitidas por la unidad principal tienden a interferir con la recepción de señales de RF de enlace ascendente débiles en una unidad distante mediante la saturación de radio de módulo de interfaz.
3. Los productos de intermodulación producidos por las no linealidades de los amplificadores de enlace descendente tienden a caer dentro de las bandas de frecuencias de enlace ascendente, desensibilizando con ello los receptores de enlace ascendente.
4. Los productos de intermodulación producidos en una banda de frecuencias de enlace descendente a menudo caen en otras bandas de frecuencias de enlace descendente, provocando con ello infracciones reglamentarias.
5. Las bandas de frecuencias adyacentes y/o entrelazadas (por ejemplo, iDEN y bandas celulares) no pueden ser separadas de un modo efectivo y, por consiguiente, ser filtradas y amplificadas de un modo efectivo.
6. Los sistemas de la técnica anterior no pueden soportar los protocolos de Duplexación por División de Tiempo (TDD), en los cuales las señales de RF de enlace ascendente y enlace descendente, comparten la misma banda de frecuencias pero están intercalados en el tiempo.
7. Los sistemas de la técnica anterior carecen de una ejecución de una calibración de ganancia de extremo a extremo de forma que se establece una ganancia prescrita para cada una de las bandas de frecuencias en cada una de las unidades distantes.

Un sistema anular para el transporte de señales de RF a través de fibras ópticas se divulga en la Patente estadounidense No. 5,860,863. Sin embargo, este sistema utiliza una antena única tanto para las señales de enlace ascendente como de enlace descendente con un duplexor asociado para separar las señales de enlace ascendente y de enlace descendente. Esto puede llevar a una complejidad añadida de los sistemas multibanda, en cuanto los duplexores multibanda no son generalmente disponibles.

A la vista de lo expuesto, en la técnica se necesita un sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda que resuelva los problemas de la técnica anterior.

10 Sumario

La invención proporciona un sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda y un procedimiento de acuerdo con lo definido en las reivindicaciones 1 y 20.

15 La necesidad de la técnica mencionada es suministrada por el procedimiento y el sistema novedosos para distribuir señales de comunicación inalámbrica de acuerdo con la invención. En un sistema preferente de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la presente invención, una unidad principal está enlazada con múltiples unidades distantes mediante fibras ópticas en una arquitectura de estrella/en cascada. A modo de ejemplo, la unidad principal puede estar directamente conectada a las unidades individuales distantes, y/o conectadas a una o más cadenas en cascada de unidades distantes. La unidad principal puede también estar enlazada con alguna de las unidades distantes por medio de una o más unidades de expansión en una arquitectura jerárquica (o en forma de árbol). Dicha arquitectura híbrida de estrella/en cascada de la presente invención proporciona una forma modular y flexible de distribuir señales de comunicaciones inalámbricas multibanda, particularmente en un entorno de interior.

25 En la presente invención, las señales de comunicaciones inalámbricas multibanda son transportadas y distribuidas como sigue. Sobre el enlace descendente, una pluralidad de conjuntos de RF de enlace descendente en una pluralidad de bandas de frecuencias de enlace descendente transmitidas a partir de una pluralidad de redes de comunicación inalámbrica son recibidas en la unidad principal. Los conjuntos de RF de enlace descendente contienen cada uno unas señales de RF de enlace descendente en una de las bandas de frecuencias de enlace descendente. Algunas de estas 30 señales de RF de enlace descendente, son duplexadas por división de frecuencias (FDD), de forma que las señales de RF de enlace descendente y de enlace ascendente están separadas en frecuencia; mientras que otras están duplexadas por división de tiempo (TDD), de forma que las señales de enlace descendente y de enlace ascendente comparten la misma banda de frecuencias pero están separadas en el tiempo. Las redes de comunicaciones inalámbricas incluyen, sin que ello suponga limitación, redes de paginación, celulares, PCS, UMTS, GSM, CDMA, TDD, FDMA, GPS, 35 EDGE, W-CDMA, bluetooth, WLAN (datos de área amplia) y LAN (datos de área local).

Los conjuntos de RF de enlace descendente recibidos son a continuación combinados en una señal de RF de enlace descendente combinada, la cual es a continuación dividida en múltiples partes de RF de enlace descendente. Cada parte de RF de enlace descendente es esencialmente una "copia" de la señal de RF de enlace descendente combinada 40 en el sentido de que contiene las señales de RF de enlace descendente procedentes de todos los conjuntos de RF de enlace descendente. Las partes de RF de enlace descendente son a continuación convertidas en señales ópticas de enlace descendente en una correspondencia de uno a uno, por medio de fibras ópticas.

En cada una de las unidades distantes, una señal óptica de enlace descendente suministrada es convertida en una parte de RF de enlace descendente suministrada. La parte de RF de enlace descendente suministrada es a continuación separada en una pluralidad de grupos de RF de enlace descendente de una banda de frecuencias. El condicionamiento individual de señal de enlace descendente es a continuación llevado a cabo sobre cada uno de los grupos de enlace descendente, de forma que el condicionamiento de señal de enlace descendente incluye una o más etapas de amplifi- 50 cación de RF, de ajuste de ganancia, y de filtrado de RF. Llevando a cabo separadamente la amplificación sobre los grupos de RF de enlace descendente, pueden evitarse de modo efectivo los productos de intermodulación no lineales entre los grupos de RF de enlace descendente. Los grupos individuales condicionados de RF de enlace descendente son a continuación combinados y transmitidos a una antena de enlace descendente. Nótese que en la presente invención, cada unidad distante está en comunicación de RF con al menos una antena de enlace descendente dedicada para gestionar las señales de RF de enlace descendente transmitidas desde la unidad distante.

55 Así mismo, cada una de las unidades distantes está también en comunicación de RF con al menos una antena de enlace ascendente dedicada para gestionar las señales de RF de enlace ascendente que van a ser recibidas por la unidad distante. El contar con antenas de enlace descendente y de enlace ascendente separadas, permite la recepción de señales de RF de enlace ascendente y la transmisión de señales de RF de enlace descendente permite que se produzca 60 la recepción de señales de RF de enlace ascendente y la transmisión de señales de RF de enlace descendente con separación espacial en la presente invención. Dicha separación espacial crea una pérdida de propagación entre las antenas de transmisión (enlace ascendente) y de recepción (enlace descendente), lo que contribuye a proteger el receptor de enlace ascendente sensible de que sea desensibilizado mediante fuertes señales de RF de enlace descendente y/o mediante productos de intermodulación de enlace descendente que caigan dentro de una o más bandas de frecuencias 65 de enlace ascendente.

Sobre el enlace ascendente, múltiples señales de RF de enlace ascendente dentro de una pluralidad de bandas de frecuencias de enlace ascendente son primero recibidas por la antena de enlace ascendente conectada a la unidad

distante. Las señales de RF de enlace ascendente recibidas son a continuación separadas en una pluralidad de grupos de RF de enlace ascendente por una banda de frecuencias. Un condicionamiento individual de señal de enlace ascendente es a continuación llevado a cabo por cada uno de los grupos de RF de enlace ascendente, lo que incluye una o más etapas de amplificación de RF, ajuste de ganancia, y filtrado de RF. Los grupos condicionados individuales de RF de enlace ascendente son a continuación combinados formando una parte de RF de enlace ascendente, que es ulteriormente convertido en una señal óptica de enlace ascendente. En cuanto tales, múltiples señales ópticas de enlace descendente correspondientes a múltiples partes de enlace ascendente son ópticamente transmitidas desde las unidades distantes hasta la unidad principal.

En la unidad principal, las señales ópticas de enlace ascendente recibidas son primero convertidas de nuevo en partes de RF de enlace ascendente. Las partes de RF de enlace ascendente son a continuación combinadas en una señal de RF de enlace ascendente, la cual es a continuación transmitida a las redes de comunicaciones inalámbricas.

La presente invención ventajosamente utiliza varias conversiones de frecuencia para posibilitar la separación de señales de RF de enlace descendente en grupos de RF de enlace descendente mediante una banda de frecuencias que utiliza un medio factible (como por ejemplo un filtrado de RF), por medio de lo cual estos grupos de RF de enlace descendente pueden ser individualmente condicionados (por ejemplo, filtrados y amplificados) en una unidad distante antes de ser transmitidos hasta una antena de enlace descendente. Las conversiones de frecuencia pueden ser utilizadas de un modo efectivo para impedir los efectos de interferencia y los productos de intermodulación entre bandas de frecuencias diferentes (enlace descendente y enlace ascendente). Por ejemplo, una primera conversión de frecuencias puede llevarse a cabo sobre uno o más conjuntos de RF de enlace descendente, para situar los conjuntos de RF de enlace descendente en bandas de frecuencias disgregadas que estén lo suficientemente separadas para posibilitar la separación económica de las señales de RF de enlace descendente en diferentes bandas de frecuencias mediante el filtrado de RF. Dicha tarea sería en otro caso muy difícil -si no enteramente imposible- de ejecutar, particularmente al tratar con bandas de frecuencias adyacentes (y/o entrelazadas). En cada una de las unidades distantes, una segunda conversión de frecuencias puede ser a continuación llevada a cabo sobre un o más grupos de RF de enlace descendente, lo que sustancialmente anula el efecto de la primera conversión de frecuencias y de esta forma sitúa las señales de RF de enlace descendente de nuevo en sus bandas de frecuencias de enlace descendente originales, respectivamente. Puede también haber una primera y segunda conversiones de frecuencias llevadas a cabo sobre uno o más grupos de RF de enlace descendente en una unidad distante, por medio de lo cual el condicionamiento de señal RF de enlace descendente (por ejemplo, el filtrado de RF y la amplificación de RF) de estos grupos de RF de enlace descendente puede llevarse a cabo de forma más efectiva en una o más bandas de frecuencias intermedias. De modo similar, puede haber una primera y segunda conversiones de frecuencias llevadas a cabo sobre uno o más grupos de RF de enlace descendente en una unidad distante, para llevar a cabo el condicionamiento de señal de enlace ascendente de estos grupos de enlace descendente de forma más efectiva en una o más bandas de frecuencias intermedias. En cuanto tales, estas conversiones de frecuencias facilitan de manera eficaz el transporte y distribución de señales multibanda y son particularmente deseables al tratar con señales de RF en bandas adyacentes (y/o entrelazadas) de frecuencias.

La presente invención conlleva así mismo la ejecución de la calibración de ganancias extremo a extremo, mediante la cual se establece una ganancia prescrita para cada uno de los grupos de RF de enlace descendente. Para mantener la ganancia prescrita respecto de los cambios de temperatura y otros efectos, una señal de control de ganancia de enlace descendente (por ejemplo, un piloto o una señal de manipulación por desplazamiento de frecuencia) que se establezca en una frecuencia fuera de cualquier banda de frecuencias utilizada por las redes de comunicaciones inalámbricas (y por las bandas de frecuencias convertidas) puede ser inyectada en y transmitida junto con cada una de las partes de enlace de RF descendente hasta las unidades distantes. En cada una de las unidades distantes es detectada la señal de control de ganancia de enlace descendente y de esta forma se utiliza para mantener la ganancia para cada uno de los grupos de RF de enlace descendente en el nivel prescrito.

En la presente invención, las señales ópticas de enlace descendente y de enlace ascendente entre la unidad principal y las unidades distantes pueden ser así mismo transmitidas por medio de una o más unidades de expansión. Por ejemplo, una señal óptica de enlace descendente puede ser primeramente transmitida desde la unidad principal hasta una unidad de expansión, donde es amplificada y dividida en múltiples señales ópticas secundarias. Las señales ópticas secundarias son a continuación transmitidas hasta unas unidades distantes adicionales (y/o una o más unidades de expansión de nivel inferior). Sobre el enlace ascendente, una pluralidad de señales ópticas procedentes de una serie de unidades distantes puede ser primeramente transmitida hasta una unidad de expansión, donde es amplificada y ulteriormente combinada con una señal óptica combinada. La señal óptica combinada es a continuación transmitida hasta la unidad principal (o hasta una unidad de expansión de nivel superior). El despliegue de las unidades de expansión potencia la flexibilidad y eficiencia de la presente invención en el transporte y distribución de señales de comunicación inalámbrica multibanda.

En una forma de realización ejemplar de un sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de acuerdo con la presente invención, la unidad principal comprende una interfaz de enlace descendente de RF para recibir una pluralidad de conjuntos de enlace descendente en una pluralidad de bandas de frecuencias de enlace descendente procedentes de una pluralidad de redes de comunicaciones inalámbricas; un medio de combinación de RF de enlace descendente se define en una señal de RF de enlace descendente combinada; un medio de división de RF de enlace descendente para dividir la señal de RF de enlace descendente combinada en múltiples partes de enlace descendente; y múltiples convertidores de señal de RF en óptica para convertir las partes de RF de enlace descendente en señales ópticas de enlace descendente. La unidad principal comprende así mismo múltiples convertidores de señal óptica en

RF para convertir las señales ópticas de enlace ascendente recibidas en partes de RF de enlace ascendente; un medio de combinación de RF de enlace ascendente para combinar las partes de RF de enlace ascendente en una señal de RF de enlace ascendente combinada; y una interfaz de enlace ascendente de RF para transmitir la señal de RF de enlace ascendente combinada en redes de comunicaciones inalámbricas.

5

Cada una de las unidades distantes comprende un convertidor de enlace descendente de óptica en RF para convertir una señal óptica de enlace descendente suministrada en una parte de RF de enlace descendente suministrada; un medio de filtrado de división de enlace descendente para separar la parte de RF de enlace descendente en una pluralidad de grupos de RF de enlace descendente mediante una banda de frecuencias; una pluralidad de montajes de condicionamiento de señal de enlace descendente para llevar a cabo un condicionamiento de señal de enlace descendente individual sobre cada uno de los grupos de enlace descendente, y un medio de combinación de filtrado de enlace descendente para combinar los grupos individuales condicionados de RF de enlace descendente en una señal de transmisión de RF de enlace descendente, la cual va a ser transmitida hasta una antena de enlace descendente dedicada. El medio de filtrado de división de enlace descendente puede ser provisto por una serie de filtros de RF configurados en paralelo, cada uno caracterizado por un paso de banda de frecuencia distinto. Cada uno de los montajes de condicionamiento de señal de enlace descendente puede consistir en uno o más amplificadores de RF, elementos de ajuste de la ganancia, filtros de RF. Nótese que en la presente invención, cada una de las unidades distantes está en comunicación de RF con al menos una antena de enlace descendente, dedicada a gestionar señales de RF de enlace descendente en una pluralidad de bandas de frecuencias.

20

Así mismo, cada una de las unidades distantes está en comunicación con al menos una antena de enlace ascendente dedicada a partir de la cual son recibidas múltiples señales de RF de enlace descendente en una pluralidad de bandas de frecuencias de enlace ascendente por la unidad distante. Cada una de las unidades distantes comprende así mismo un medio de filtrado de división de enlace ascendente para separar las señales RF de enlace ascendente recibidas en una pluralidad de grupos de RF de enlace ascendente mediante una banda de frecuencias; una pluralidad de montajes de condicionamiento de señal de enlace ascendente para llevar a cabo un condicionamiento de señal de enlace ascendente individual sobre cada uno de los grupos de RF de enlace ascendente; y un medio de combinación de filtrado de enlace ascendente para combinar los grupos individuales condicionados de RF de enlace ascendente en una parte de RF de enlace ascendente; y un convertidor de enlace ascendente de señal de RF en señal óptica para convertir la parte de RF de enlace ascendente en una señal óptica de enlace ascendente.

30

Cada una de las unidades distantes puede estar así mismo acoplada a una antena auxiliar mediante un medio de conmutación de RF, por medio de lo cual las señales de RF de enlace descendente son transmitidas hasta, y las señales de RF de enlace ascendente en la banda de frecuencias TDD son recibidas en, la unidad distante a partir de esta antena TDD activando el medio de conmutación de RF. El medio de conmutación de RF puede ser suministrado mediante un conmutador de RF (Transmisión/Recepción) acoplado a un medio de detección de la potencia de enlace descendente, por medio del cual es activado de acuerdo con el nivel de potencia de las señales de RF de enlace descendente en la banda de frecuencias TDD según lo determinado por el medio de detección de la potencia de enlace descendente. Alternativamente, un conmutador de RF de potencia descendente y un conmutador de RF de potencia ascendente pueden ser implementados por separado a lo largo de una trayectoria de RF de TDD de enlace descendente y de una vía de RF de TDD de enlace ascendente, y ulteriormente acoplados a un medio de detección de la potencia de enlace descendente situado en una unidad distante. Mediante la detección del nivel de la potencia sobre la trayectoria de RF de TDD de enlace descendente, el medio de la potencia de enlace descendente posibilita que las señales TDD de enlace descendente sean transmitidas junto con las señales de RF de enlace descendente (FDD) en otras bandas de frecuencias de enlace descendente, hasta la antena de enlace descendente; permitiendo al tiempo que las señales TDD de enlace ascendente sean recibidas junto con las señales de RF de enlace ascendente (FDD) en otras bandas de frecuencias de enlace ascendente, desde la antena de enlace ascendente cuando no hay transmisión de enlace descendente.

45

El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la presente invención puede así mismo comprender un medio de conversión de las frecuencias para llevar a cabo diversas conversiones de frecuencias sobre las señales de RF de enlace descendente y de enlace ascendente, para posibilitar una separación factible de las señales de RF de enlace descendente en grupos de RF de enlace descendente mediante una banda de frecuencias y para impedir los efectos de interferencia y los productos de intermodulación entre bandas de frecuencias diferentes (enlace descendente y enlace ascendente). A modo de ejemplo, el medio de conversión de las frecuencias puede comprender un mezclador de tono global (acoplado a un generador de tono global) en comunicación de RF con el medio de combinación de RF de enlace descendente situado en la unidad principal, para llevar a cabo una o más primeras conversiones de frecuencias sobre uno o más conjuntos de RF de enlace descendente y de esta forma situar los conjuntos de RF de enlace descendente en bandas de frecuencias disgregadas que estén lo suficientemente separadas para posibilitar la separación económica de las señales de RF de enlace descendente en bandas diferentes por medio del filtrado de RF. El medio de conversión de frecuencias puede así mismo comprender múltiples mezcladores de tono global distantes acoplados a las unidades distantes, de forma que haya uno o más mezcladores de tono global distantes en cada una de las unidades distantes, para llevar a cabo una o más segundas conversiones de frecuencias y de esta forma situar los grupos de RF de enlace descendente de nuevo, respectivamente, en sus bandas de frecuencias originales. (Los mezcladores de tono global distantes pueden estar acoplados a un generador de tono global distante, generador que es sustancialmente el mismo que el utilizado en la unidad principal, o recibir una señal de tono global desde la unidad principal). El medio de conversión de frecuencias puede también consistir en uno o más mezcladores de tono local de enlace descendente (acoplado a un generador de tono local de enlace descendente) en comunicación de RF con al menos uno de los montajes de condicionamiento de señal de enlace descendente situado en una unidad distante. Los

60

65

mezcladores de tono local de enlace descendente sirven para situar uno o más grupos de RF de enlace descendente en una o más bandas de frecuencias intermedias, donde el condicionamiento de señal de enlace descendente sobre estos grupos de RF de enlace descendente puede ser ejecutado de forma más efectiva, y a continuación situar estos grupos de RF de enlace descendente de nuevo en sus respectivas bandas de frecuencias originales. El medio de conversión de frecuencias puede así mismo consistir en uno o más mezcladores de tono local de enlace ascendente (acoplado a un generador de tono local de enlace ascendente), en comunicación de RF con uno o más montajes de condicionamiento de señal de enlace ascendente situados en una unidad distante. Los mezcladores de tono local de enlace ascendente sirven así mismo para situar uno o más grupos de RF de enlace ascendente en una o más bandas de frecuencias intermedias, de forma que el condicionamiento de señal de enlace ascendente sobre estos dos grupos de RF de enlace ascendente puede ser llevado a cabo de forma más efectiva. Así mismo, el medio de conversión de frecuencias puede consistir en una combinación de mezcladores de tono local y de tono global (y otros medios de conversión de frecuencias conocidos en la técnica) implementado en la unidad principal y en las unidades distantes, para llevar a cabo diversas conversiones de frecuencias sobre las señales de RF de enlace descendente y de enlace ascendente, para facilitar del mejor modo la distribución de las señales de RF multibanda.

El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la presente invención puede así mismo comprender un medio de calibración de la ganancia para llevar a cabo una calibración de la ganancia de extremo a extremo (inicialmente o cuando no hay transmisión de señales de RF de enlace descendente), definiendo de este modo una ganancia prescrita para cada uno de los grupos de RF de enlace descendente. A modo de ejemplo, el medio de calibración de ganancia puede ser suministrado mediante un generador de tono de calibración en comunicación de RF con el medio de combinación de RF de enlace descendente situado en la unidad principal que inyecta un tono de calibración. La frecuencia del tono de calibración se fija para que se sitúe dentro de la banda de frecuencias de cada grupo de RF de enlace descendente que va a ser calibrado. Para mantener la ganancia prescrita contra cambios de temperatura y otros efectos, uno o más combinadores de señal de control de ganancia pueden estar implementados en la unidad principal, para inyectar una señal de control de ganancia (por ejemplo un piloto o una señal FSK) en cada una de las partes de RF de enlace descendente que van a ser transmitidas hasta las unidades distantes. La señal de control de ganancia se fija en una frecuencia fuera de cualquiera de las bandas de frecuencias de enlace descendente utilizadas por las redes de comunicaciones inalámbricas (y por las bandas de frecuencias convertidas). Cada una de las unidades distantes comprende así mismo un medio de división de RF de enlace descendente acoplado con un elemento de control de ganancia de enlace descendente para detectar y de esta forma utilizar la señal de control de ganancia para mantener la ganancia deseada para cada uno de los grupos de RF de enlace descendente.

El sistema distribuido multibanda de comunicaciones inalámbricas de la presente invención puede así mismo comprender una o más unidades de expansión, que sirvan como concentradores intermedios para enlazar la unidad principal con las unidades distantes adicionales. A modo de ejemplo, la unidad de expansión puede ser configurada como un montaje de enlace descendente y un montaje de enlace ascendente. El montaje de enlace descendente puede incluir un convertidor de señal óptica a de RF de enlace descendente para convertir una señal óptica de enlace descendente suministrada a la unidad de expansión en una señal de RF; un amplificador de RF de enlace descendente para amplificar la señal de RF; un convertidor de enlace descendente de señal de RF en óptica para convertir la señal de RF amplificada en una señal óptica; y un medio de división óptica para dividir la señal óptica en múltiples señales ópticas secundarias, las cuales sean a continuación transmitidas a las unidades distantes adicionales (y/o una o más unidades de expansión de nivel inferior). Alternativamente, la señal de RF puede primeramente ser dividida en múltiples señales de RF secundarias mediante un pertinente medio de división de RF, las cuales son a continuación convertidas en múltiples señales ópticas secundarias. El montaje de enlace ascendente puede incluir un elemento de combinación óptico para combinar múltiples señales ópticas de enlace ascendente que llegan a la unidad de expansión en una señal óptica combinada; un convertidor de señal óptica a RF para convertir la señal óptica combinada en una señal de RF combinada; un amplificador de RF de enlace ascendente para amplificar la señal de RF combinada; y un convertidor de señal de RF a óptica para convertir la señal de RF combinada en una señal óptica, la cual es ulteriormente transmitida hasta la unidad principal (o a la unidad de expansión de nivel inferior). Alternativamente, las señales ópticas de enlace ascendente pueden primeramente ser convertidas en múltiples señales de RF de enlace ascendente, las cuales son a continuación combinadas en una señal de RF combinada mediante un pertinente medio de combinación de RF.

La forma de realización ejemplar anteriormente descrita proporciona solo una de las muchas formas de realización de un sistema distribuido multibanda de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con la presente invención. Los expertos en la materia podrán advertir que pueden construirse diversos sistemas distribuidos multibanda de comunicación inalámbrica de acuerdo con el principio de la presente invención y que pueden diseñarse diversos medios y procedimientos para llevar a cabo las funciones designadas de una forma eficiente/equivalente. Así mismo, pueden llevarse a cabo diversos cambios, sustituciones y alternativas en la presente memoria sin apartarse del principio y el alcance de la invención. Por ejemplo, la señal de RF de enlace descendente combinada puede primeramente ser convertida en una señal óptica combinada en la unidad principal, la cual es a continuación dividida en múltiples señales ópticas de enlace descendente mediante un pertinente medio de división óptica. Así mismo, múltiples señales ópticas de enlace ascendente recibidas en la unidad principal pueden ser primero combinadas en una señal óptica combinada mediante un pertinente medio de combinación óptico, la cual es a continuación convertida en una señal de RF combinada para ser transmitida a las redes de comunicaciones inalámbricas. Diversos medios de división de RF, medios de combinación de RF, medios de filtrado de RF, medios de conmutación de RF, y medios de conversión de frecuencias mostrados en las formas de realización anteriores, pueden ser suministrados por divisores de RF, combinadores de RF, filtros de RF, conmutadores de RF, circuladores de RF, combinadores de potencia, duplexores, triplexores (y otros multiplexores apropiados), mezcladores y multiplicadores de frecuencia conocidos en la técnica. Así mismo, puede

utilizarse un filtro de multiplexación de división de longitud de onda (WDM) para transmitir un par de señales ópticas de enlace descendente y de enlace ascendente a lo largo de una única fibra óptica, reduciendo de esta forma el número de fibras ópticas que van a ser desplegadas en el sistema. Adicionalmente, las señales piloto (o de FSK) empleadas en la presente invención con la finalidad de un control de ganancia pueden ser así mismo utilizadas para establecer comunicaciones digitales entre la unidad principal y las unidades distantes.

En cuanto tal, el procedimiento y el sistema para la distribución de señales de comunicación inalámbrica multibanda de acuerdo con la presente invención proporcionan muchas ventajas respecto de los sistemas de la técnica anterior, resumidas de la forma siguiente:

1. El uso de antenas separadas de enlace descendente y de enlace ascendente dedicadas en cada unidad distante proporciona una forma sencilla y eficiente de transmitir y recibir señales de RF en múltiples bandas de frecuencias sobre el enlace descendente y sobre el enlace ascendente. Dicha implementación es especialmente efectiva al tratar con múltiples bandas de frecuencias inalámbricas (por ejemplo más de dos), incluyendo bandas entrelazadas (como por ejemplo bandas celulares y de iDEN). Así mismo, el contar con antenas separadas de enlace ascendente y de enlace descendente posibilita la recepción de señales de RF de enlace ascendente y la transmisión de señales de RF de enlace descendente para que estén espacialmente separadas en la presente invención. Dicha separación espacial crea una pérdida de propagación en las antenas de transmisión (enlace descendente) y de recepción (enlace ascendente), lo que contribuye a proteger los receptores de enlace ascendentes sensibles de que sean desensibilizados mediante fuertes señales de RF de enlace descendente y/o mediante productos de intermodulación de enlace descendente que caigan dentro de una o más bandas de frecuencias de enlace ascendente.
 2. Mediante la separación de las señales de RF de enlace descendente (o de enlace ascendente) de acuerdo con la banda de frecuencias en cada unidad distante, las señales de RF en bandas de frecuencias diferentes son condicionadas de forma individual (por ejemplo, filtradas y amplificadas), antes de ser recombinadas para ser transmitidas hasta una antena de enlace descendente dedicada (o después de ser recibidas desde una antena de enlace ascendente dedicada).
 3. Las diversas conversiones de frecuencias empleadas en la presente invención hace que sea posible separar las señales de RF de enlace descendente en grupos de RF de enlace descendente mediante una banda de frecuencias que utiliza medios factibles (como por ejemplo un filtrado de RF), de forma que estos grupos de RF de enlace descendente pueden ser individualmente condicionados (por ejemplo filtrados y amplificados) antes de ser transmitidos hasta una antena de enlace descendente situada en una unidad distante. Las conversiones de frecuencias pueden ser utilizadas de modo efectivo para impedir los efectos de interferencia y los productos de intermodulación entre bandas de frecuencias diferentes (de enlace descendente y de enlace ascendente).
- En cuanto tales, estas conversiones de frecuencias facilitan de modo efectivo el transporte y distribución de señales de RF inalámbricas en múltiples bandas de frecuencias, y son particularmente deseables al tratar con señales de RF en bandas de frecuencias adyacentes (y/o entrelazadas).
4. La ganancia para cada uno de los grupos de RF de enlace descendente es individualmente calibrada y establecida en un nivel prescrito, y ulteriormente mantenida a lo largo de los cambios de temperatura y otros efectos extraños.
 5. La presente invención soporta tanto los protocolos FDD como TDD de una forma sencilla y flexible. El uso de un medio de conmutación para acoplar una antena TDD a una unidad distante, o la implementación de conmutadores de RF apropiados acoplados con un medio de detección de la potencia de RF en una unidad distante, proporciona una forma sencilla y efectiva de transmitir y recibir señales TDD. En dichas implementaciones se impide que el ruido transmitido sobre el enlace descendente desensibilice la recepción sobre el enlace ascendente (dado que el enlace ascendente y el enlace descendente comparten la misma banda de frecuencias para los protocolos TDD).
 6. El empleo de una arquitectura híbrida estrella/en cascada novedosa proporciona una forma modular, flexible y eficiente, de distribuir señales de RF inalámbricas multibanda.
 7. El uso de una señal piloto (o de una FSK) no solo proporciona una forma efectiva de mantener la ganancia deseada para cada uno de los grupos de RF de enlace descendente, sino que también puede ser utilizado para establecer un enlace de comunicación efectivo entre la unidad principal y las unidades distantes.

En general, la presente invención proporciona una forma eficiente, flexible y económica de transportar y distribuir señales de comunicación inalámbrica en múltiples bandas de frecuencias (adyacentes, entrelazadas o de otro tipo).

Las características novedosas de la presente invención, así como la invención misma, podrán ser comprendidas de forma óptima a partir de los dibujos y de la descripción detallada que siguen.

Breve descripción de las figuras

La Fig. 1 muestra una forma de realización ejemplar de un sistema distribuido multibanda, en el cual una unidad principal está enlazada con múltiples unidades distantes en una arquitectura híbrida de estrella/en cascada de acuerdo con la presente invención;

las Figs. 2A a 2D muestran diagramas de flujo que ilustran un procedimiento ejemplar de la presente invención para transportar y distribuir señales de comunicación inalámbrica multibanda sobre el enlace descendente y sobre el enlace ascendente;

las Figs. 3A y 3B muestran, respectivamente, formas de realización ejemplares de una unidad principal y de una unidad distante, de acuerdo con la presente invención;

las Figs. 4A y 4B muestran, respectivamente, formas de realización alternativas de una unidad principal y de una unidad distante de acuerdo con la presente invención; y

las Figs. 5A y 5B muestran dos formas de realización ejemplares de una unidad de expansión de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada

Aunque la descripción detallada que sigue contiene muchos detalles específicos con fines ilustrativos, cualquier persona experta en la materia podrá apreciar que existen muchas variantes y alternativas a los detalles subsecuentes y que se incluyen en el alcance de la invención. De acuerdo con ello, la forma de realización ejemplar de la invención descrita a continuación se expone sin merma alguna de su carácter general, y sin la imposición de limitaciones a la invención reivindicada.

La Fig. 1 muestra una forma de realización ejemplar de un sistema distribuido multibanda de comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con la presente invención. A modo de ejemplo y para ilustrar el concepto principal y la estructura topológica de una arquitectura híbrida de estrella/en cascada de la presente invención, el sistema 100 distribuido multibanda de comunicaciones inalámbricas comprende una unidad principal 101; múltiples unidades distantes que incluyen una primera cadena en cascada de unidades distantes 102, una unidad distante individual 103, y una segunda cadena en cascada de unidades distantes 104; y unas primera y segunda unidades de expansión 105, 106. Una pluralidad de redes 120 de comunicaciones inalámbricas, que incluyen (sin que suponga limitación) unas estaciones base (BTS) iDEN, celulares, PCS, de paginación, y WLAN, está conectada a la unidad principal 101 mediante un medio 121 de transferencia de señal de RF (como por ejemplo uno o más cables de RF coaxiales). La unidad principal 101 está a su vez conectada a múltiples unidades distantes y a unas unidades de expansión mediante una pluralidad de fibras ópticas primarias 107-1 a 107-N, que incluye una primera cadena en cascada de unidades distantes 102 mediante una fibra óptica primaria 107-1 y una primera unidad de expansión 105 mediante una fibra óptica primaria 107-N. (Las unidades distantes enlazadas a la unidad principal 101 mediante otros miembros de fibras ópticas primarias 107-1 a 107-N no se muestran en la Fig. 1). La primera unidad de expansión 105 está también conectada a la unidad individual 103 mediante una primera fibra óptica secundaria 108, a una segunda cadena en cascada de unidades distantes 104 mediante una segunda fibra óptica secundaria 109, y a la segunda unidad de expansión 106 mediante una tercera fibra óptica secundaria 110. (La segunda unidad de expansión 106 puede así mismo estar conectada a unas unidades distantes y a unas unidades de expansión adicionales que no se muestran en la Fig. 1).

En cuanto tal, el sistema 100 distribuido multibanda de comunicaciones inalámbricas de la presente invención utiliza una estructura híbrida de estrella/en cascada para enlazar una unidad principal a múltiples unidades distintas distribuidas a lo largo del sistema. La implementación de una o más unidades de expansión proporciona así mismo una estructura jerárquica en la cual las unidades de expansión sirven cada una como concentrador intermedio y de esta forma enlazan una diversidad de unidades distantes (en formas individuales y en cascada) con la unidad principal en una estructura ramificada “en árbol”. Esta estructura novedosa de la presente invención proporciona una forma modular, flexible y eficiente de transportar y distribuir señales multibanda de comunicaciones inalámbricas, la cual es particularmente efectiva en un entorno de interior.

En la presente invención, las redes 120 de comunicaciones inalámbricas incluyen, sin que ello suponga limitación, redes de paginación, celulares, PCS, UMTS, GSM, CDMA, TDD, FDMA, GPS, EDGE, W-CDMA, bluetooth, WLAN (datos de área amplia) y LAN (datos de área local), y similares. Algunas de estas señales de RF de enlace descendente transmitidas desde estas redes inalámbrica son multiplexadas por división de frecuencias (FDD), de forma que las señales de RF de enlace descendente y de enlace ascendente están separadas en frecuencia; mientras que otras están duplexadas por división de tiempo (TDD), de forma que las señales de enlace descendente y de enlace ascendente comparten la misma banda de frecuencias pero son multiplexadas en el tiempo.

Las Figs. 2A y 2B muestran dos diagramas de flujo que ilustran un procedimiento ejemplar de la presente invención para distribuir señales de comunicación inalámbrica multibanda sobre el enlace descendente de acuerdo con la presente invención. En la Fig. 2A se muestra una operación ejemplar de enlace descendente en una unidad principal, a modo de ejemplo para ilustrar el principio general de la presente invención. Una pluralidad de conjuntos de RF de enlace descendente en una pluralidad de bandas de frecuencias de RF de enlace descendente son recibidas en la unidad

principal en la etapa 201, en el que cada uno de los conjuntos de RF de enlace descendente es una colección de señales de RF de enlace descendente en una banda de frecuencias de enlace descendente determinada transmitida desde una de las redes de comunicaciones inalámbricas. Los conjuntos de RF de enlace descendente son a continuación combinados en una señal combinada de RF de enlace descendente en la etapa 202. La señal combinada de RF de enlace descendente a continuación es dividida en múltiples partes de RF de enlace descendente en la etapa 203, de forma que cada una de las partes de RF de enlace descendente es esencialmente una “copia” de la señal combinada de RF de enlace descendente en el sentido de que contiene las señales de RF de enlace descendente procedentes de todos los conjuntos de RF de enlace descendente. Las partes de RF de enlace descendente son a continuación convertidas en señales ópticas de enlace descendente en una correspondencia de uno a uno en la etapa 204, las cuales son a continuación transmitidas a múltiples unidades distantes y a una o más unidades de expansión mediante fibras ópticas en la etapa 205.

En la Fig. 2B se muestra una operación de enlace descendente ejemplar en una unidad ejemplar distante X, a modo de ejemplo para ilustrar el principio general de la presente invención. La señal óptica de enlace descendente suministrada es convertida en una parte de RF de enlace descendente suministrada en la etapa 221. La parte de RF de enlace descendente suministrada es a continuación separada en una pluralidad de grupos de RF de enlace descendente mediante una banda de frecuencias en la etapa 222, por medio de lo cual cada grupo de RF de enlace descendente contiene señales de RF de enlace descendente en una banda de frecuencias de enlace descendente. (En el caso de que haya bandas de frecuencias adyacentes/entrelazadas, un grupo de RF de enlace descendente puede, dependiendo de la implementación, contener señales de RF de enlace descendente en bandas de frecuencias correspondientes a uno o más conjuntos de RF de enlace descendente). El condicionamiento de señal de enlace descendente individual se lleva a cabo a continuación sobre cada uno de los grupos de RF de enlace descendente en la etapa 223, en la que el condicionamiento de señal de enlace descendente incluye una o más etapas de amplificación de RF, ajuste de la ganancia, y filtrado de RF. Una ventaja de llevar a cabo una amplificación separada sobre cada uno de los grupos de RF de enlace descendente es que pueden evitarse los productos de intermodulación no lineales entre los grupos de RF de enlace descendente. Los grupos de RF de enlace descendente condicionados de forma individual son a continuación combinados y transmitidos hasta una o más antenas de enlace descendente dedicadas en la unidad distante X en la etapa 224. Nótese que en la presente invención, cada unidad distante está en comunicación de RF con al menos una antena de enlace descendente dedicada para manejar las señales de RF de enlace descendente transmitidas desde la unidad distante. Adicionalmente, es posible transmitir señales de RF de enlace descendente en una banda de frecuencias TDD hasta una TDD separada mediante la activación de un medio de conmutación de RF, como se expone en la etapa 225; mientras se transmiten las señales de RF de enlace descendente en todas las demás bandas de frecuencias (que soportan los protocolos FDD) hasta una antena de enlace descendente. A modo de ejemplo, la activación del modo de conmutación de RF se lleva a cabo mediante la detección del nivel de potencia de las señales TDD de enlace descendente; cuando hay un nivel de potencia apreciable asociado con las señales TDD de enlace descendente, el medio de conmutación de RF es activado para transmitir; de no ser así el medio de comunicación de RF es activado para recibir. (Debe destacarse que las señales TDD de enlace descendente pueden ser alternativamente transmitidas junto con las señales de RF de enlace descendente en otras bandas de frecuencias FDD de enlace descendente hasta la antena de enlace descendente, y las señales TDD de enlace ascendente pueden ser alternativamente recibidas junto con las señales RF de enlace ascendente en otras bandas de frecuencia FDD de enlace ascendente desde la antena de enlace ascendente, mediante la implementación de los oportunos conmutadores de RF y del medio de detección de la potencia de RF situados en la unidad distante).

La Fig. 2A comprende así mismo una etapa 211 de ejecución de una primera conversión de frecuencias global sobre uno o más conjuntos de RF de enlace descendente, para situar los conjuntos de RF de enlace descendente en unas bandas de frecuencias disgregadas que estén lo suficientemente separadas para posibilitar que un medio de filtrado de RF económico separe estas bandas de frecuencias en grupos de RF de enlace descendente. De acuerdo con ello, la Fig. 2B comprende así mismo una etapa 231 de ejecución de una segunda conversión de frecuencias global sobre uno o más grupos de RF de enlace descendente en una unidad distante X, que sustancialmente anula el efecto de la primera conversión de frecuencias global y de esta forma sitúa las señales de RF de enlace descendente de nuevo, respectivamente, en sus bandas de frecuencias de enlace descendente originales. Adicionalmente, puede haber unas primera y segunda conversiones de frecuencias locales ejecutadas sobre uno o más grupos de RF de enlace descendente en una unidad distante X tal como se expone en las etapas 232, 233, por medio de lo cual el condicionamiento de la señal de enlace descendente (por ejemplo, el filtrado de RF y la amplificación de RF) sobre estos grupos de RF de enlace descendente, puede llevarse a cabo de una forma más efectiva en una o más bandas de frecuencias intermedias.

La Fig. 2A comprende así mismo una etapa 212 de inyección de un tono de calibración para llevar a cabo una calibración de ganancia de extremo a extremo y de esta forma determinar una ganancia prescrita para cada uno de los grupos de RF de enlace descendente. La calibración de extremo a extremo para un grupo de RF de enlace descendente específico se lleva a cabo mediante la transmisión del tono de calibración, establecido en una frecuencia dentro de la banda de frecuencias del grupo de RF de enlace descendente que va a ser calibrado, desde la unidad principal hasta las unidades distantes. En cada una de las unidades distantes el tono calibrado pasa a través de una trayectoria de RF de enlace descendente específica correspondiente al grupo de RF de enlace descendente que va a ser calibrado. La trayectoria de RF de enlace descendente contiene varios amplificadores de RF, elementos de ajuste de la ganancia, filtros de RF para llevar a cabo el condicionamiento de señal de enlace descendente. La intensidad del tono calibrado se mide en el extremo de la trayectoria de RF de enlace descendente. Esta medición, proporciona un indicador de la ganancia del sistema a todo lo largo desde la unidad principal, a través de la trayectoria de RF de enlace descendente específica, hasta el punto de la unidad distante en el que las señales de RF de enlace descendente estarían listas para

ser transmitidas hasta la antena de enlace descendente. En base a esta medición la ganancia del grupo de RF de enlace descendente en las unidades distantes puede ser ajustada para definir la ganancia del sistema hasta un nivel prescrito, preciso. El procedimiento se repite para cada uno de los grupos de RF de enlace descendente.

5 Para mantener la ganancia prescrita para cada uno de los grupos de RF de enlace descendente a través de los cambios de temperatura y de otros efectos, la Fig. 2A incluye así mismo una etapa 213 de inyección de una señal de control de ganancia de enlace descendente, como por ejemplo un piloto o una señal de Manipulación por Desplazamiento de Frecuencia (FSK), para cada una de las partes de RF de enlace descendente que preceden a la etapa 204. La señal de control de ganancia de enlace descendente se establece en una frecuencia fuera de cualquiera de las
10 bandas de frecuencia de enlace descendente (y de las bandas de frecuencia convertidas). De acuerdo con ello, la Fig. 2B incluye así mismo una etapa 234 de detección y correspondiente utilización de la señal de control de ganancia de enlace descendente para mantener la ganancia de cada uno de los grupos de RF de enlace descendente en el nivel prescrito. A modo de ejemplo, inmediatamente después de que tiene lugar la calibración de extremo a extremo para cada uno de los grupos de enlace descendente, el nivel de potencia de la señal de piloto puede ser medida para cada
15 unidad distante.

Esta medición establece qué nivel de potencia deseada de la señal piloto debe existir cuando la ganancia del sistema se fija en el nivel prescrito. A continuación, en el curso de la operación normal, cada unidad distante continuamente (o periódicamente) verifica el nivel de potencia de la señal piloto transmitida hasta ella y ajusta su ganancia para
20 mantener el nivel de potencia de la señal piloto en el valor deseado. Dado que cada grupo de RF de enlace descendente se establece inicialmente mediante la calibración de extremo a extremo es posteriormente mantenida en referencia a la ganancia del sistema corregida mediante el uso de la señal piloto.

Las Figs. 2C a 2D muestran dos diagramas de flujo que ilustran un procedimiento ejemplar de la presente invención para transmitir señales multibanda de comunicación inalámbrica sobre el enlace ascendente. En la Fig. 2C se muestra una operación de enlace ascendente ejemplar en la unidad distante ejemplar X descrita en la Fig. 2B, a modo de ejemplo para ilustrar el principio general de la presente invención. Múltiples señales de RF de enlace ascendente en una pluralidad de bandas de frecuencias de enlace ascendente son primeramente recibidas desde una antena de enlace ascendente en una unidad distante X en la etapa 251. (Como en el enlace descendente cada unidad distante está en comunicación de RF con al menos una antena dedicada de enlace ascendente para manejar las señales de RF de enlace ascendente). Las señales de RF de enlace ascendente adicionales en la banda de frecuencias TDD pueden ser recibidas separadamente en la unidad distante X mediante una antena TDD mediante la activación de un conmutador de RF, como se indica en la etapa 257. Las señales de RF de enlace ascendente recibidas son a continuación separadas en una pluralidad de grupos de RF de enlace ascendente mediante una banda de frecuencias en la etapa 252. A continuación
35 se lleva a cabo un condicionamiento de señal de enlace ascendente individual sobre cada uno de los grupos de RF de enlace ascendente en la etapa 253, la cual incluye una o más etapas de amplificación de RF, ajuste de la ganancia, y filtrado de RF. Los grupos individuales de RF de enlace ascendente condicionados son a continuación combinados en una parte de RF de enlace ascendente en la etapa 254, la cual es a continuación convertida en una señal óptica de enlace ascendente en la etapa 255. La señal óptica de enlace ascendente es a continuación transmitida hasta la unidad principal (o una unidad de expansión) en la etapa 256. En cuanto tales, las múltiples señales ópticas de enlace ascendente correspondientes a las múltiples partes de RF de enlace ascendente son ópticamente transmitidas desde las unidades distantes hasta la unidad principal.
40

En la Fig. 2D se muestra una operación ejemplar de enlace ascendente en la unidad principal descrita en la Fig. 2A, a modo de ejemplo para ilustrar en mayor medida el principio general de la presente invención. Las señales ópticas de enlace ascendente suministradas a la unidad principal son primeramente convertidas de nuevo en las partes de RF de enlace ascendente en la etapa 271. Las partes de RF de enlace ascendente son a continuación combinadas en una señal de RF de enlace ascendente combinada, en la etapa 272, la cual es a continuación transmitida a las redes de comunicaciones inalámbricas en la etapa 273.
45

La Fig. 2C comprende así mismo la ejecución de unas primera y segunda conversiones de frecuencia local de enlace ascendente sobre uno o más grupos de RF de enlace ascendente de acuerdo con lo expuesto en las etapas 261, 262, para llevar a cabo el condicionamiento de señal de enlace ascendente sobre estos grupos de RF de enlace ascendente de una forma más efectiva en una o más bandas de frecuencias intermedias. Para mantener la ganancia de cada una de las bandas de frecuencias de enlace ascendente en un nivel deseado, la Fig. 2C incluye así mismo una etapa 263 de inyección de una señal de control de ganancia (por ejemplo una señal piloto o una FSK) en la parte de RF de enlace ascendente que precede a la etapa 255. De acuerdo con ello la Fig. 2D incluye así mismo una etapa 281 de detección y correspondiente utilización de una señal de control de ganancia para mantener la ganancia deseada para cada una de las bandas de frecuencias de enlace ascendente en la unidad principal.
50

Con referencia de nuevo a la Fig. 2B, la etapa 235 conlleva la desviación de una fracción de la parte de radiofrecuencia de enlace descendente suministrada hasta las demás unidades distantes, antes de la etapa 222. Dicho procedimiento se lleva a cabo en aplicaciones en las que la unidad distante X está en una cadena en cascada de unidades distantes (como por ejemplo la primera cadena en cascada de las unidades distantes 102 de la Fig. 1). De modo similar, la Fig. 2C incluye así mismo una etapa 264 de suministro de señales de RF de enlace ascendente adicionales desde otras unidades distantes y de combinación de estas señales RF de enlace ascendente adicionales con la parte de RF de enlace ascendente, antes de la etapa 255. Este procedimiento tiene también lugar en situaciones en las que la unidad distante X está en cascada con otras unidades distantes.
65

Los expertos en la materia advertirán que las formas de realización ejemplares de las Figs. 2A a 2D proporcionan solo una de las muchas formas de transportar y distribuir señales de comunicación inalámbrica multibanda de acuerdo con el principio de la presente invención. En la presente memoria se incluyen diversos cambios, sustituciones y alternativas que pueden llevarse a cabo sin apartarse del principio y del alcance de la invención. Así mismo, pueden diseñarse medios y procedimientos alternativos para llevar a cabo las funciones referidas de una forma eficiente/equivalente. La persona experta en la materia puede diseñar un procedimiento concreto para distribuir señales de comunicación inalámbrica multibanda de acuerdo con la presente invención, para que se ajuste de forma óptima a una aplicación determinada.

Los dibujos y la descripción que siguen proporcionan formas de realización ejemplares de la unidad principal, de las unidades distantes y de las unidades de expansión mostradas en la Fig. 1 y descritas en las Figs. 2A a 2D.

La Fig. 3A muestra una forma de realización ejemplar de una unidad principal de acuerdo con la presente invención. En una ruta de enlace descendente, la unidad principal 300 comprende una interfaz 301 de RF de enlace descendente para recibir una pluralidad de conjuntos de RF de enlace descendente en una pluralidad de bandas de frecuencias de enlace descendente a partir de una pluralidad de redes de comunicaciones inalámbricas; un medio de conversión de frecuencias que incluye un primer mezclador de tono global 305 (acoplado a un generador de tono global 315) para llevar a cabo una primera conversión de frecuencias globales sobre uno o más conjuntos de RF de enlace descendente; un combinador 302 de RF de enlace descendente para combinar los conjuntos de RF de enlace descendente recibidos en una señal de RF de enlace descendente combinada; un conmutador de RF 303 acoplado a un medio de calibración de ganancia constituido por un generador de tono de calibración 304 con el fin de llevar a cabo una calibración de ganancia de extremo a extremo; un divisor 306 de RF de enlace descendente para dividir la señal de RF de enlace descendente combinada en múltiples partes de RF de enlace descendente; múltiples amplificadores 307-1 a 307-N de RF de enlace descendente para amplificar las partes de RF de enlace descendente; múltiples combinadores 308-1 a 308-N de control de ganancia de enlace descendente para inyectar una señal de control de ganancia (por ejemplo una señal piloto) en cada una de las partes de RF de enlace descendente; y múltiples convertidores de señal RF a óptica 309-1 a 309-N para convertir las partes de RF de enlace descendente junto con las señales piloto inyectadas en señales ópticas de enlace descendente, las cuales son a continuación transmitidas hasta las unidades distantes mediante múltiples fibras ópticas de enlace descendente 310-1 a 310-N. Nótese que estructuralmente, el divisor 306 de RF de enlace descendente conduce de modo efectivo hasta las múltiples trayectorias 311-1 a 311-N de RF de enlace descendente, incluyendo cada una un amplificador de RF de enlace descendente, un combinador de control de señal de ganancia de enlace descendente, seguido por un convertidor de señal de RF a óptica.

Un conmutador de RF 303 sirve para facilitar la calibración de ganancia de extremo a extremo anteriormente descrita. Al llevar a cabo inicialmente una calibración de extremo a extremo para cada uno de los grupos de RF de enlace descendente (o cuando no hay transmisión de señales de RF de enlace descendente), el conmutador de RF 303 invierte el generador de tono de calibración 304, para permitir que un tono de calibración pase y para la división adicional a lo largo de múltiples trayectorias de RF de enlace descendente 311-1 a 311-N. La frecuencia del tono de calibración se ajusta para que se sitúe dentro de la banda de frecuencias de un grupo de RF de enlace descendente específico que va a ser calibrado. El tono de calibración es transmitido hasta las unidades distantes, donde es medido y la ganancia del grupo de RF de enlace descendente específico es fijada en consonancia con un nivel prescrito. Después de que se ha llevado a cabo la calibración de extremo a extremo, para cada uno de los grupos de RF de enlace descendente, el conmutador de RF 303 se invierte en sentido contrario para conectar el combinador de RF de enlace descendente 302 con el divisor de RF de enlace descendente 306, permitiendo de esta forma el paso de las señales de RF de enlace descendente durante la operación normal.

Sobre la ruta de enlace ascendente, la unidad principal 300 comprende múltiples convertidores de señal óptica a RF 321-1 a 321-N para convertir múltiples señales ópticas de enlace ascendente suministradas a la unidad principal mediante múltiples fibras ópticas de enlace ascendente 320-1 a 320-N en múltiples partes de RF de enlace ascendente; múltiples elementos de división de RF de enlace ascendente 327-1 a 327-N para extraer una señal de control de ganancia, como por ejemplo una señal piloto, desde cada una de las partes de RF de enlace ascendente; múltiples elementos de control de ganancia de enlace ascendente 322-1 a 322-N para utilizar la señal de control de ganancia extraída para ajustar la ganancia de cada una de las partes de RF de enlace ascendente; múltiples amplificadores de RF de enlace ascendente 323-1 a 323-N para amplificar las partes de RF de enlace ascendente; un combinador 324 de RF de enlace ascendente para combinar las partes de RF de enlace ascendente en una señal de RF de enlace ascendente combinada; y una interfaz 325 de RF de enlace ascendente para transmitir la señal de RF de enlace ascendente combinada hasta las redes de comunicaciones inalámbricas. En cuanto tales, hay efectivamente múltiples trayectorias 326-1 a 326-N de RF de enlace ascendente que convergen en el combinador 324 de RF de enlace ascendente, donde cada una de las trayectorias de RF de enlace ascendente incluye un convertidor de señal óptica a señal de RF, un elemento de división de RF de enlace ascendente; un elemento de control de ganancia de enlace ascendente y un amplificador de RF. También pueden implementarse elementos adicionales de condicionamiento de señal de RF (como por ejemplo filtros de RF) en cada una de las trayectorias de RF de enlace ascendente.

La Fig. 3B ilustra una forma de realización ejemplar de una unidad distante de acuerdo con la presente invención. Sobre la ruta de enlace descendente, la unidad distante 390 comprende un convertidor 351 de señal óptica a RF que convierte una señal óptica de enlace descendente suministrada por una fibra óptica 367 de enlace descendente en una parte de RF de enlace descendente suministrada (la cual puede incluir una señal de control de ganancia, como por ejemplo una señal piloto); un amplificador 352 de RF de enlace descendente para amplificar la parte de RF de enlace

descendente suministrada; un elemento 364 de división de RF de enlace descendente para extraer una señal de control de ganancia 353 para utilizar la señal de control de ganancia extraída para llevar a cabo un ajuste de ganancia; un montaje 354 de filtrado de división de enlace descendente consistente en una pluralidad de filtros de RF de enlace descendente 354-1 (para una banda de frecuencias - 1) a 354-N (para una banda de frecuencias TDD) para dividir la parte de RF de enlace descendente en una pluralidad de grupos de RF de enlace descendente mediante una banda de frecuencias; y una pluralidad de montajes 355-1 a 355-N de condicionamiento de señal de enlace descendente para llevar a cabo un condicionamiento de señal de enlace descendente individual (por ejemplo, una amplificación de RF y un filtrado de RF) sobre cada uno de los grupos de RF de enlace descendente. El resto de los montajes de condicionamiento de señal de enlace descendente está en comunicación de RF con un montaje 395 de combinación de filtrado de enlace descendente el cual combina los grupos de RF de enlace descendente condicionados individuales en una señal de transmisión de RF de enlace descendente para ser transmitida a una antena de enlace descendente 356. Nótese que la antena de enlace descendente 356 está dedicada para manejar las señales de RF de enlace descendente en todas las otras bandas de frecuencias de enlace descendente (FDD) (distintas de la banda TDD) transmitidas desde la unidad distante 390.

En la forma de realización de la Fig. 3B, cada uno de los filtros de RF constitutivos situados en el montaje 354 de filtrado de división de enlace descendente tiene un paso de banda de frecuencia característico, para permitir que las señales de RF en una banda de frecuencias seleccionada pase y filtre las señales de RF en todas las demás bandas de frecuencias. Cada montaje de condicionamiento de señal de enlace descendente genéricamente comprende uno o más amplificadores de RF, unos elementos de control de ganancia, y unos filtros de RF, según se ejemplifica en los montajes 355-M y 355-N de condicionamiento de señal de enlace descendente. El montaje 355-1 de condicionamiento de señal de enlace descendente incluye así mismo un segundo mezclador de tono global 360 (acoplado a un generador de tono global 365), para llevar a cabo una segunda conversión de frecuencias global que sustancialmente anule los efectos de la primera conversión de frecuencias global llevada a cabo sobre las señales de RF de enlace descendente en la banda - 1 de frecuencias en la unidad principal 300 de la Fig. 3A. (Nótese: el generador de tono global 365 de la unidad remota 350 de la Fig. 3B es sustancialmente el mismo que el generador de tono global 315 situado en la unidad principal 300 de la Fig. 3A. Alternativamente, la señal de tono global generada por el generador de tono global 315 situado en la unidad principal 300 de la Fig. 3A puede ser transmitida a cada una de las unidades distantes del sistema, y acoplada al mezclador de tono global 360 situado en la unidad distante 390, por ejemplo. Así mismo, la combinación del primer mezclador de tono global 305 situado en la unidad principal 300 de la Fig. 3A y del segundo mezclador de tono global 360 situado en la unidad distante 390 de la Fig. 3B constituye una forma de realización de un medio de conversión de frecuencias de la presente invención). El montaje 355-2 de condicionamiento de señal de enlace descendente incluye unos primero y segundo mezcladores 361, 362 de tono local de enlace descendente (acoplados a un generador 363 de tono local de enlace descendente) para llevar a cabo unas primera y segunda conversiones de frecuencias locales sobre las señales de RF de enlace descendente en la banda - 2 de frecuencias, posibilitando de esta forma el condicionamiento de frecuencias de señal de enlace descendente (por ejemplo la amplificación de RF y el filtrado de RF) sobre estas señales de RF de forma que se lleven a cabo de una forma más eficiente en la banda de frecuencias intermedia. (Nótese: la combinación de los primero y segundo mezcladores 361, 362 de tono local de enlace descendente proporciona otra forma de realización de un medio de conversión de frecuencias en la presente invención).

Sobre la ruta de enlace descendente, la unidad distante 390 comprende un montaje 396 de filtrado de división de enlace descendente para dividir múltiples señales de RF de enlace descendente de una pluralidad de bandas de frecuencias de enlace descendente en una pluralidad de grupos de RF de enlace ascendente mediante una banda de frecuencias; una pluralidad de montajes 372-1 a 372-N de condicionamiento de señal de enlace ascendente para llevar a cabo un condicionamiento individual de señal de enlace ascendente sobre cada uno de los grupos de RF de enlace ascendente; un montaje 373 de combinación de filtrado de enlace ascendente para combinar los grupos de RF de enlace ascendente en una parte de RF de enlace ascendente; un elemento 374 de combinación de RF de enlace ascendente para combinar una señal de control de ganancia de enlace ascendente, como por ejemplo una señal piloto, con la parte de RF de enlace ascendente; un amplificador 375 de RF de enlace ascendente para amplificar la parte de RF de enlace ascendente (junto con la señal piloto inyectada); y un convertidor 376 de señal de RF a señal óptica para convertir la parte de RF de enlace ascendente (junto con la señal piloto inyectada) en una señal óptica de enlace ascendente, la cual es a continuación transmitida hasta la unidad principal 300 de la Fig. 3A (o a una unidad de expansión no mostrada) mediante una fibra óptica de enlace ascendente 377.

En la forma de realización de la Fig. 3B, el montaje 396 de filtrado de división de enlace ascendente está en comunicación de RF con una antena de enlace ascendente 370, dedicada para recibir señales de RF de enlace ascendente en todas las bandas de frecuencias de enlace ascendente. Cada uno de los filtros de RF de enlace ascendente constitutivos situados en el montaje 396 de filtrado de división de enlace ascendente se caracteriza por un paso de banda de frecuencias distinto, para dejar que las señales de RF de enlace ascendente de una banda de frecuencias de enlace ascendente seleccionada pasen y bloqueen las señales de RF en todas las demás bandas de frecuencias. Cada montaje de condicionamiento de señal de enlace ascendente genéricamente comprende uno o más amplificadores de RF y uno o más filtros de RF. El montaje 372-M de condicionamiento de señal de enlace ascendente incluye unos primero y segundo mezcladores 381, 382 de tono local de enlace ascendente (acoplados a un generador 383 de tono local de enlace ascendente) para llevar a cabo unas primera y segunda conversiones de frecuencias locales de enlace ascendente sobre las señales de RF de enlace ascendente en la banda - M de frecuencias de enlace ascendente, permitiendo con ello que el condicionamiento de señal de enlace ascendente (por ejemplo el filtrado de RF y la amplificación de RF) sobre estas señales de enlace ascendente se lleven a cabo de una forma más efectiva en una banda de frecuencias intermedia.

(Nótese: la combinación de los primero y segundo mezcladores 381, 382 de tono local de enlace ascendente constituye también una forma de realización de un medio de conversión de frecuencias en la presente invención).

En la unidad distante 390, más que utilizar una antena TDD separada, un conmutador 391 de RF de enlace descendente y un conmutador 392 de RF de enlace ascendente son implementados respectivamente en un montaje 355-N de condicionamiento de señal de enlace descendente y en un montaje 372-N de condicionamiento de señal de enlace ascendente. El conmutador 391 de RF de enlace descendente y el conmutador 392 de RF de enlace ascendente están así mismo conectados a un elemento 393 de detección de potencia de enlace descendente, acoplado al montaje 355-N de condicionamiento de señal de enlace descendente para detectar el nivel de potencia de las señales TDD de enlace descendente. En este caso, un montaje 395 de combinación de filtrado de enlace descendente está acoplado a todos los montajes 355-1 a 355-N de condicionamiento de señal de enlace descendente, y está así mismo en comunicación de RF con la antena 356 de enlace descendente. Un montaje 396 de filtrado de división de enlace ascendente, en comunicación con la antena de enlace ascendente 370, está acoplado a todos los montajes 372-1 a 372-N de condicionamiento de señal de enlace ascendente. En funcionamiento, tras la detección de un nivel de potencia apreciable asociado con las señales TDD de enlace descendente, el elemento 393 de detección de potencia de enlace descendente provoca que el conmutador 391 de RF de enlace descendente se cierre (dejando al tiempo que el conmutador 392 de RF de enlace ascendente se abra), permitiendo de esta forma que las señales TDD de enlace descendente sean transmitidas, junto con las señales RF FDD de enlace ascendente en otras bandas de frecuencias de enlace descendente, hasta la antena de enlace descendente 356. Al contrario, si no se detecta ninguna potencia sobre la trayectoria TDD de enlace descendente, el elemento 393 de detección de potencia de enlace descendente mantiene el conmutador 392 de RF de enlace descendente cerrado (dejando al tiempo abierto el conmutador 391 de RF de enlace descendente) posibilitando con ello que las señales TDD de enlace ascendente sean recibidas, junto con las señales de RF FDD de enlace ascendente en otras bandas de frecuencias de enlace ascendente, desde la antena de enlace ascendente 370. Una desventaja de esta forma de realización es que algunos protocolos TDD requieren la transmisión y recepción de señales TDD desde el mismo emplazamiento, con el fin de asegurar las mismas características de propagación de RF tanto para las señales TDD de enlace ascendente como de enlace descendente.

En la forma de realización de la Fig. 3B, que tiene unas antenas de enlace ascendente y de enlace descendente separadas, no solo se simplifica la transmisión y recepción de las señales de RF (FDD) en múltiples bandas de RF, sino que también posibilita la recepción de señales de RF de enlace ascendente y la transmisión de señales de RF de enlace descendente para que estén espacialmente separadas en la presente invención. Dicha separación espacial crea una pérdida de propagación entre las antenas de transmisión (enlace descendente) y recepción (enlace ascendente), lo cual contribuye a proteger los sensibles receptores de enlace ascendente de su desensibilización por fuertes señales de RF de enlace descendente y/o por productos de intermodulación de enlace descendente que caigan dentro de una o más bandas de frecuencias de enlace ascendente.

La unidad distante 390 comprende así mismo un convertidor 363 de señal de RF a señal óptica para convertir una fracción de la parte suministrada de RF de enlace descendente desviada del elemento 364 de división de RF de enlace descendente en una señal óptica, la cual va a ser transmitida a otras unidades distantes mediante una primera fibra óptica auxiliar 368. Hay también un convertidor 384 de señal óptica a señal RF para convertir las señales ópticas adicionales de enlace ascendente transmitidas desde otras unidades distantes mediante una segunda fibra óptica auxiliar 378 en señales adicionales de RF de enlace ascendente, las cuales son a continuación combinadas con la parte de RF de enlace ascendente (junto con una señal de control de ganancia, como por ejemplo una señal piloto) mediante el elemento 374 de combinación de RF de enlace ascendente. La señal combinada de RF de enlace ascendente es a continuación convertida en una señal óptica de enlace ascendente, para ser transmitida hasta la unidad principal (o hasta una unidad de expansión).

La Fig. 4A muestra una forma de realización alternativa de una unidad principal de acuerdo con la presente invención. La unidad principal 400 comprende una interfaz 401 de RF de enlace descendente para recibir una pluralidad de conjuntos de RF de enlace descendente en una pluralidad de bandas de frecuencia de enlace descendente desde una pluralidad de redes de comunicaciones inalámbricas; un primer mezclador de tono global 416 (acoplado con un generador 415) para llevar a cabo una primera conversión de frecuencia global sobre uno o más conjuntos de RF de enlace descendente; un combinador 402 de RF de enlace descendente para combinar los conjuntos de RF de enlace descendente en una señal de RF de enlace descendente combinada; un amplificador 403 de RF de enlace descendente para amplificar la señal de RF de enlace descendente combinada; un combinador 404 de señal de control de ganancia de enlace descendente para inyectar una señal de control de ganancia de enlace descendente en forma de señal piloto en la señal de RF de enlace descendente combinada; un divisor 405 de RF de enlace descendente para dividir la señal de RF de enlace descendente combinada junto con la señal piloto inyectada en múltiples partes de RF de enlace descendente; y múltiples convertidores 406-1 a 406-N ópticos de señal de RF a señal óptica sobre la ruta de enlace descendente. Un medio de calibración de ganancia en forma de generador de tono de calibración 407 está en comunicación de RF con un combinador 402 de RF de enlace descendente con el fin de llevar a cabo una calibración de ganancia de extremo a extremo para cada uno de los grupos de RF de enlace descendente. En cuanto tal, el divisor 405 de RF crea de forma efectiva múltiples trayectorias 408-1 a 408-N de RF de enlace descendente, incluyendo cada una un convertidor de señal de RF a señal óptica. Elementos adicionales de condicionamiento de señal de RF de enlace descendente, como por ejemplo filtros de RF, elementos de ajuste de ganancia de enlace descendente y elementos de conversión de frecuencias, pueden ser así mismo implementados en cada una de las trayectorias de RF de enlace descendente.

La unidad principal 400 comprende así mismo múltiples convertidores 421-1 a 421-N de señal óptica a señal de RF para convertir múltiples señales ópticas de enlace ascendente en partes de RF de enlace ascendente; un combinador 422 de RF de enlace ascendente para combinar las partes de RF de enlace ascendente en una señal combinada de RF de enlace ascendente; un elemento 427 de división de RF de enlace ascendente para extraer una señal de control de ganancia por ejemplo una señal piloto; un elemento 423 de control de ganancia de enlace ascendente para utilizar la señal de control de ganancia extraída para llevar a cabo un ajuste de ganancia; un amplificador 424 de RF de enlace ascendente para amplificar la señal combinada de RF de enlace ascendente; y una interfaz 425 de RF de enlace ascendente para transmitir la señal combinada de RF de enlace ascendente hasta las redes de comunicaciones inalámbricas. En cuanto tales, hay múltiples trayectorias 426-1 a 426-N de RF de enlace ascendente que convergen en el combinador 422 de RF de enlace ascendente, donde cada trayectoria de RF de enlace ascendente incluye un convertidor de señal óptica a RF. Unos elementos adicionales de condicionamiento de señal de RF de enlace ascendente (como por ejemplo filtros de RF) pueden también implementarse en cada una de las trayectorias de RF de enlace ascendente.

Una característica notable de la forma de realización de la Fig. 4A es que cada señal óptica de enlace descendente está emparejada con una señal óptica de enlace ascendente mediante un filtro de multiplexión por división de onda (WDM). De esta forma se utiliza una sola fibra óptica, y no un par de fibras, para soportar las señales ópticas de enlace ascendente y de enlace descendente. A modo de ejemplo, una primera señal óptica de enlace descendente que sale de la primera trayectoria 408-1 de RF de enlace descendente y una primera señal óptica de enlace ascendente que va a ser dirigida hasta la primera trayectoria 426-1 de RF de enlace ascendente quedan unidas mediante un primer filtro WDM 411, el cual está ópticamente acoplado a la primera fibra óptica 410. Así mismo, una enésima señal óptica que sale de la trayectoria 408-N de RF de enlace descendente y una enésima señal óptica de enlace descendente puede ser dirigida hasta la trayectoria 426-N de RF de enlace ascendente quedan unidas mediante un segundo filtro WDM 413, el cual está ópticamente acoplado a la segunda fibra óptica 412; y así sucesivamente. Un filtro WDM posibilita que diferentes longitudes de onda ópticas sean transmitidas/recibidas a través de una sola fibra óptica actuando como duplexor de frecuencia óptica. Por ejemplo, una WDM aproximada puede ser utilizada con la señal óptica de enlace descendente transmitida en una longitud de onda óptica de enlace descendente de 1310 nm y con la señal óptica de enlace ascendente transmitida en una longitud de onda de enlace ascendente de 1550 nm. También pueden utilizarse otras longitudes de onda ópticas de forma correspondiente.

La Fig. 4B muestra otra forma de realización de una unidad distante de acuerdo con la presente invención. La unidad distante 450 hace uso de la forma de realización de la Fig. 3B, según se indica mediante el recuadro de puntos 455 con fines ilustrativos, y así mismo utiliza unos filtros de WDM para transmitir señales ópticas de enlace descendente y de enlace ascendente a lo largo de una sola fibra óptica. A modo de ejemplo, un primer filtro WDM 451 está ópticamente acoplado a la fibra óptica de enlace descendente 367 y a una fibra óptica de enlace ascendente 377 de forma que la señal óptica de enlace descendente suministrada y la señal óptica de enlace ascendente que va a ser transmitida son multiplexadas (por ejemplo, duplexadas) sobre una primera fibra óptica 452. De modo similar, un segundo filtro WDM 453 está ópticamente acoplado a la primera fibra óptica auxiliar 368 y a una segunda fibra óptica auxiliar 378, de forma que las respectivas señales ópticas de enlace descendente y de enlace ascendente correspondientes a las señales de RF de enlace descendente que van a ser desviadas y las señales de RF de enlace ascendente adicionales recibidas por las unidades distantes son multiplexadas sobre una segunda fibra óptica 454.

Las Figs. 5A y 5B muestran dos formas de realización ejemplares de una forma de realización de acuerdo con la presente invención. En la Fig. 5A, la unidad de expansión 500 comprende un montaje de enlace descendente 510 y un montaje de enlace ascendente 520. El montaje de enlace descendente 510 incluye un convertidor 502 de señal óptica a señal de RF para convertir una señal óptica de enlace descendente suministrada por una fibra óptica de enlace descendente 501 en una señal de RF; un amplificador 503 de RF de enlace descendente para amplificar la señal de RF; un convertidor de enlace descendente 504 de señal de RF a señal óptica para convertir la señal de RF amplificada de nuevo en una señal óptica amplificada; y un divisor óptico 505 para dividir la señal óptica amplificada en múltiples señales ópticas secundarias, las cuales van a ser transmitidas a unas unidades distantes adicionales (y/o una o más unidades de expansión de nivel inferior) mediante múltiples fibras de enlace descendente secundarias 506-1 a 506-K ($K > 1$). El montaje de enlace ascendente 520 incluye un combinador óptico 512 para combinar múltiples señales ópticas de enlace ascendente suministradas por múltiples fibras de enlace ascendente secundarias 511-1 a 511-J ($J > 1$) en una señal óptica combinada; un convertidor de enlace ascendente 513 de señal óptica a señal de RF para convertir la señal óptica combinada en una señal de RF combinada; un amplificador 504 de RF de enlace ascendente para amplificar la señal de RF combinada; y un convertidor de enlace ascendente 515 de señal de RF a señal óptica para convertir la señal de RF de nuevo en una señal óptica de enlace ascendente combinada, la cual va a ser transmitida hasta la unidad principal (o hasta una unidad de expansión de nivel superior) mediante una fibra óptica de enlace ascendente 516.

La Fig. 5B muestra una forma de realización alternativa de una unidad de expansión de acuerdo con la presente invención. A modo de ejemplo, la unidad de expansión 550 comprende un convertidor de enlace descendente 551 de señal óptica a señal de RF para convertir una señal óptica de enlace descendente en una señal de RF; un amplificador 552 de RF de enlace descendente para amplificar la señal de RF; un divisor 553 de RF de enlace descendente para dividir la señal de RF amplificada en múltiples señales de RF secundarias; y múltiples convertidores de señal de RF a señal óptica 554-1 a 554-K ($K > 1$) para convertir las señales secundarias de RF en señales ópticas secundarias sobre la ruta de enlace descendente. La unidad de expansión 550 comprende así mismo múltiples convertidores de señal óptica a señal de RF 571-1 a 571-J ($J > 1$) para convertir múltiples señales ópticas de enlace ascendente en múltiples

señales de RF de enlace ascendente; un combinador 572 de RF de enlace ascendente para combinar las señales RF de enlace ascendente en una señal de RF combinada; un amplificador 573 de RF de enlace ascendente para amplificar la señal de RF combinada; y un convertidor de enlace ascendente 574 de señal de RF en señal óptica para convertir la señal de RF amplificada de nuevo en una señal óptica de enlace ascendente combinada.

Además de las señales de división/combinación de RF, por oposición a las señales ópticas de división/combinación de la forma de realización de la Fig. 5A, otra característica distintiva de la Fig. 5B es que los filtros WDMA están implementados para transmitir señales ópticas de enlace descendente y de enlace ascendente a través de una sola fibra óptica. Por ejemplo, un primer filtro WDM 561 está ópticamente acoplado al convertidor de enlace descendente 551 de señal óptica a señal de RF y a un convertidor de enlace ascendente 574 de señal de RF a señal óptica, de forma que la señal óptica de enlace descendente suministrada y la señal óptica de enlace ascendente combinada que va a ser transmitida son multiplexadas (por ejemplo, duplexadas) sobre una sola fibra óptica 562. Así mismo, una pluralidad de filtros WDM secundarios, que incluye unos primero y segundo filtros WDM secundarios 563, 564, están ópticamente acoplados a los convertidores de enlace descendente 554-1 a 554-K de señal de RF a señal óptica y a los convertidores de enlace ascendente 571-1 a 571-J de señal óptica a señal de RF en un lado, y a una serie de fibras ópticas secundarias que incluyen unas primera y segunda fibras secundarias 565, 566 en el otro. En cuanto tal, cada parte de una señal óptica secundaria de enlace descendente y una señal óptica de enlace ascendente es transmitido sobre una sola fibra óptica.

Las personas expertas en la materia podrán advertir que las formas de realización ejemplares anteriormente descritas proporciona únicamente algunas entre muchas formas de realización de la unidad principal, de las unidades distantes y de las unidades de expansión en un sistema distribuido multibanda de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con la presente invención. Los expertos en la materia apreciarán también que en la presente memoria pueden llevarse a cabo diversos cambios, sustituciones y alternativas sin apartarse del principio y del alcance de la invención. De acuerdo con ello, pueden construirse diversos sistemas distribuidos multibanda de comunicación inalámbrica de acuerdo con el principio de la presente invención.

Por ejemplo, en la forma de realización de la Fig. 3A o de la Fig. 4A, la señal combinada de RF de enlace descendente en la unidad principal puede primeramente ser convertida en una señal óptica combinada, la cual sea a continuación dividida en múltiples señales ópticas de enlace descendente mediante un apropiado medio de división óptica conocido en la técnica. Así mismo, múltiples señales ópticas de enlace ascendente conocidas en la unidad principal pueden ser primeramente combinadas en una señal óptica combinada mediante un apropiado medio de combinación óptico conocido en la técnica, la cual es a continuación convertida en una señal de RF combinada para ser transmitida a las redes de comunicaciones inalámbricas.

Diversos medios de división de RF, medios de combinación de RF, medios de filtro de RF, medios de conmutación de RF, y medios de conversión de frecuencias mostrados en las formas de realización anteriores pueden ser suministrados mediante divisores de RF, combinadores de RF, filtradores de RF, conmutadores de RF, circuladores de RF, combinadores de potencia, duplexores, triplexores (y otros multiplexores apropiados), mezcladores y multiplicadores de frecuencias conocidos en la técnica. Las diversas fibras ópticas son preferentemente fibras monomodo aunque también pueden implementarse, si se desea, fibras multimodo. La conversión entre las señales de RF y las señales ópticas se lleva típicamente a cabo mediante la utilización de señales de RF para modular un portador óptico. La longitud de onda del portador óptico determina la longitud de onda de la señal óptica.

Así mismo, en aplicaciones en las que se desean múltiples antenas direccionales, una pluralidad de antenas de enlace descendente, y/o una pluralidad de antena de enlace ascendente, puede ser diseñada para cada una de las unidades distantes en un sistema distribuido multibanda de comunicación inalámbrica de acuerdo con la presente invención.

Así mismo, las señales pilotos (o FSK) empleadas en la presente invención con la finalidad del control de ganancia pueden así mismo utilizarse para establecer comunicaciones digitales entre la unidad principal y las unidades distantes. Los expertos en la materia podrán advertir que cualquier otra señal envolvente constante puede ser funcionalmente equivalente a una señal piloto (o FSK). De hecho, una señal envolvente no constante puede también ser utilizada como señal de control de ganancia si se desea. (En dicho caso, se mediría la potencia del tiempo medio de la señal de control de ganancia para estimar su nivel de potencia).

En general, el experto debe saber cómo diseñar una unidad principal, unas unidades distantes y unas unidades de expansión apropiadas para construir un sistema distribuido multibanda de comunicación inalámbrica de acuerdo con la presente invención, para una aplicación determinada.

El sistema distribuido multibanda de comunicación inalámbrica de la presente invención proporciona ventajas sobre los sistemas de la técnica anterior que se resumen como sigue:

1. El uso de antenas separadas dedicadas de enlace descendente y de enlace ascendente para cada unidad distante proporciona una forma simple y eficiente de transmitir y recibir señales de RF en múltiples bandas de frecuencias sobre el enlace descendente y el enlace ascendente. Dicha implementación es especialmente efectiva al tratar con múltiples (por ejemplo más de dos) bandas de frecuencia inalámbricas, incluyendo bandas entrelazadas (como por ejemplo bandas modulares e iDEN). Así mismo, el contar con antenas se-

paradas de enlace ascendente y de enlace descendente posibilita la recepción de señales de RF de enlace descendente y la transmisión de señales de RF de enlace descendente para que estén separadas espacialmente en la presente invención. Dicha separación espacial crea una pérdida de separación entre las antenas de transmisión (de enlace descendente) y de recepción (de enlace ascendente), lo cual contribuye a proteger los receptores de enlace ascendente sensibles de que sean desensibilizados mediante fuertes señales de RF de enlace descendente y/o mediante productos de intermodulación de enlace descendente que caigan dentro de una o más bandas de frecuencias de enlace ascendente.

2. Mediante la separación de señales de RF de enlace descendente (o de enlace ascendente) de acuerdo con una banda de frecuencias en cada unidad distante, las señales de RF en bandas de frecuencias diferentes son individualmente condicionadas (por ejemplo amplificadas y filtradas), antes de ser recombinadas para ser transmitidas hasta una antena de enlace descendente.
3. Las diversas conversiones de frecuencias de la presente invención proporcionan muchas ventajas. Primeramente, mediante la colocación de los conjuntos de RF de enlace descendente en bandas de frecuencias disgregadas que estén lo suficientemente separadas, las conversiones de frecuencia globales hacen posible separar las señales de RF de enlace descendente en grupos de RF de enlace descendente que utilizan medios factibles (como por ejemplo el filtrado de RF) existentes en una unidad distante, de forma que estos grupos de RF de enlace descendente pueden ser individualmente condicionados (por ejemplo, filtrados y amplificados) antes de ser transmitidos hasta una antena de enlace descendente. Las conversiones de frecuencias globales pueden ser efectivamente utilizadas para impedir los efectos de interferencia y los productos de intermodulación entre diferentes bandas de frecuencias. Las segundas conversiones de frecuencias locales llevadas a cabo en una unidad distante posibilitan que los grupos de RF de enlace descendente (o de enlace ascendente) sean filtrados de un modo más efectivo situando algunas de ellas en bandas de frecuencias intermedias. Por ejemplo, en la banda GSM extendida del Reino Unido, la banda de frecuencias de enlace descendente es solo 10 MHz por encima de la banda de frecuencias de enlace ascendente. Sin el filtrado en una banda de frecuencia intermedia de acuerdo con lo anteriormente descrito, sería muy difícil impedir la aparición de ruido de enlace descendente en la banda de enlace ascendente y en consecuencia la desensibilización de los receptores sobre el enlace ascendente. Pero la conversión de frecuencias locales de la banda de enlace descendente a una frecuencia inferior posibilita el económico filtrado del ruido de enlace descendente que, de no ser así, se transmitiría a la banda de enlace ascendente. Otro aspecto a señalar es que sin la conversión de frecuencia global, la banda de enlace descendente iDEN (851 a 869 MHz) estaría demasiado próxima a la banda celular de enlace ascendente (824 a 849 MHz) para la separación económica de estas dos bandas de frecuencia, resultando de esta forma prácticamente imposible el filtrado/amplificación de las señales de RF en cada una de las bandas de frecuencias. En cuanto tales, estas conversiones de frecuencia facilitan de manera efectiva el transporte y distribución de señales de RF inalámbricas en múltiples bandas de frecuencias y son particularmente deseables al tratar con señales de RF en bandas de frecuencias adyacentes (y/o entrelazadas).
4. La ganancia para cada uno de los grupos de RF de enlace descendente es individualmente calibrada y establecida en un nivel prescrito, y mantenido en adelante a pesar de los cambios de temperatura y de otros efectos.
5. La presente invención soporta ambos protocolos FDD y TDD de una forma simple y flexible. El uso de un medio de conmutación de RF para acoplar una antena de TDD a una unidad distante, o la implementación de conmutadores de RF apropiados acoplados con un medio de detección de la potencia de la RF existente en una unidad distante, proporciona una manera simple y efectiva de transmitir y recibir señales TDD. Dichas implementaciones impiden así mismo que el ruido transmitido sobre el enlace descendente desensibilice la recepción sobre el enlace ascendente. Impide también que fuertes señales TDD de enlace descendente dañen la circuitería de recepción sensible existente sobre el enlace ascendente.
6. El empleo de una arquitectura híbrida de estrella/en cascada novedosa, proporciona una forma modular, flexible y eficiente de distribuir señales de RF inalámbricas multibanda. Dicha arquitectura novedosa es particularmente efectiva en un entorno de interior. (Por ejemplo, diversas unidades distantes pueden ser instaladas en pisos diferentes, o incluso en habitaciones diferentes de un edificio residencial. Cuando un nuevo edificio es construido en un complejo residencial, una unidad de expansión puede ser instalada para suministrar la cobertura de comunicaciones inalámbricas al nuevo edificio, sin perturbar el funcionamiento global del sistema existente).
7. El uso de una señal piloto o de una FSK no solo proporciona una forma efectiva de mantener la ganancia deseada para cada uno de los grupos de RF de enlace descendente (y también para las señales sobre el enlace ascendente), sino que también puede ser utilizada para establecer un enlace de comunicación efectiva entre la unidad principal y las unidades distantes.
8. El uso de filtros de WDM reduce el número de fibras ópticas que deben desplegarse en el sistema, lo que simplifica la estructura global y reduce el coste del despliegue.

ES 2 298 339 T3

En cuanto tal, la presente invención proporciona una forma eficiente, flexible y económica de transportar y distribuir señales de comunicación inalámbrica en múltiples bandas de frecuencia (adyacentes, entrelazadas, o de otro tipo).

5 Aunque la presente invención y sus ventajas han sido descritas con detalle, debe entenderse que pueden efectuarse en la presente memoria diversos cambios, sustituciones y alternativas sin apartarse del alcance de la invención. De acuerdo con ello, el alcance de la presente invención debe quedar determinada por las reivindicaciones que siguen.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda que comprende:

a) una unidad principal (300) que comprende:

- 1) una interfaz (301) de RF de enlace descendente para recibir una pluralidad de conjuntos de RF de enlace descendente en una pluralidad de bandas de frecuencias de enlace descendente, en el que cada uno de dichos conjuntos de RF de enlace descendente contiene señales de RF de enlace descendente en una de dichas bandas de frecuencias de enlace descendente;
- 2) un medio (302) de combinación de RF de enlace descendente para combinar dichos conjuntos de RF de enlace descendente en una señal de RF de enlace descendente combinada multibanda;
- 3) un medio (306) de división de RF de enlace descendente para dividir dicha señal de RF de enlace descendente combinada multibanda en múltiples partes de RF de enlace descendente; y
- 4) múltiples convertidores (309) de señal RF a óptica para convertir dichas múltiples partes de RF de enlace descendente en múltiples señales ópticas de enlace descendente;

b) múltiples unidades distantes (390) ópticamente acopladas a dicha unidad principal (300), comprendiendo cada una:

- 5) un convertidor distante (351) de señal óptica a señal RF para convertir una señal óptica de enlace descendente suministrada en una parte de RF de enlace descendente suministrada;
- 6) un medio (354) de filtrado de división de enlace descendente para separar dicha parte de RF de enlace descendente suministrada en una pluralidad de grupos de RF de enlace descendente mediante una banda de frecuencias;
- 7) una pluralidad de montajes (355) de condicionamiento de señal de enlace descendente para llevar a cabo un condicionamiento de señal de enlace descendente individual sobre cada uno de dichos grupos de RF de enlace descendente; y
- 8) un medio (395) de combinación de filtrado de enlace descendente para combinar dichos grupos de RF de enlace descendente condicionados individuales en una señal de transmisión de RF de enlace descendente multibanda; y

c) múltiples antenas (356) de enlace descendente dedicadas, en el que cada una de dichas unidades distantes (390) está en comunicación de RF con al menos una de dichas antenas (356) de enlace descendente dedicadas, por medio de lo cual dicha señal de transmisión de RF de enlace descendente multibanda es transmitida hasta dicha al menos una de dichas antenas (356) de enlace descendente dedicadas;

en el que dicha al menos una de dichas antenas (356) de enlace descendente dedicadas no es utilizada para una recepción de enlace ascendente.

2. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 1 que incluye así mismo un medio (305) de conversión de frecuencia para llevar a cabo una primera conversión de frecuencia sobre al menos uno de dichos conjuntos de enlace descendente, por medio de lo cual dichos conjuntos de RF de enlace descendente son situados en unas bandas de frecuencia disgregadas que están separadas en frecuencias.

3. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 2 en el que dicho medio (354) de filtrado de división de enlace descendente separa dichas bandas de frecuencias disgregadas unas de otras en dichos grupos de RF de enlace descendente y dicho medio de conversión de frecuencia lleva a cabo así mismo una segunda conversión de frecuencia sobre al menos uno de dichos grupos de RF de enlace descendente en cada una de dichas unidades distantes, por medio de lo cual dichos grupos de RF de enlace descendente son situados de nuevo sobre dichas bandas de frecuencias de enlace descendente.

4. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 1 que incluye así mismo un medio (361, 362) de conversión de frecuencia para llevar a cabo una primera conversión de frecuencia en la unidad distante (390) sobre al menos uno de dichos grupos de RF de enlace descendente, para situar dicho al menos uno de dichos grupos RF de enlace descendente en una banda de frecuencias intermedia.

5. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 4 en el que dicho medio (361, 362) de conversión de frecuencia lleva a cabo una segunda conversión de frecuencia en la unidad distante (390) sobre dicho al menos uno de dichos grupos de RF de enlace descendente, para sustancialmente anular el efecto de dicha primera conversión de frecuencia.

6. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 1 que comprende así mismo un medio (304) de calibración de ganancia para llevar a cabo una calibración de ganancia de extremo a extremo a lo largo de dicho sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda, estableciendo de esta forma una ganancia prescrita para cada uno de dichos grupos de RF de enlace descendente.

7. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 6 que comprende así mismo un combinador (308) de señal de control de ganancia de enlace descendente para inyectar una señal de control de ganancia de enlace descendente en cada una de dichas partes de RF de enlace descendente, en el que dicha señal de control de ganancia se establece en una frecuencia fuera de cualquiera de dichas bandas de frecuencias de enlace descendente.

8. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 7 en el que cada una de dichas unidades distantes (390) comprende así mismo un elemento (364) de división de RF de enlace descendente acoplado a un elemento (353) de control de ganancia de enlace descendente, para detectar y de esta forma utilizar dicha señal de control de ganancia de enlace descendente para mantener dicha ganancia prescrita.

9. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 1 en el que cada una de dichas unidades distantes (390) comprende así mismo un elemento (364) de división de RF de enlace descendente acoplado a dicho convertidor distante (351) de señal óptica a RF, por medio de lo cual una fracción de dicha parte de RF de enlace descendente suministrada es desviada hasta un convertidor auxiliar (363) de señal de RF a óptica.

10. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 1 que comprende así mismo múltiples antenas dedicadas (370) de enlace ascendente, de forma que cada una de dichas unidades distantes (390) está en comunicación de RF con al menos una de dichas antenas dedicadas (370) de enlace ascendente, en el que cada una de dichas unidades distantes (390) comprende así mismo;

9) un medio (396) de filtrado de división de enlace ascendente para separar múltiples señales de RF de enlace ascendente en una pluralidad de bandas de frecuencias de enlace ascendente en una pluralidad de grupos de RF de enlace ascendente mediante una banda de frecuencias, en el que dichas señales de RF son recibidas a partir de dicha al menos una de dichas antenas dedicadas (370) de enlace ascendente;

10) una pluralidad de montajes (372) de condicionamiento de señal de enlace ascendente para llevar a cabo el condicionamiento individual de señal de enlace ascendente sobre cada uno de dichos grupos de RF de enlace ascendente;

11) un medio (373) de combinación de filtrado de enlace ascendente para combinar dichos grupos de RF de enlace ascendente en una parte de RF de enlace ascendente multibanda; y

12) una convertidor distante (376) de señal de RF a óptica para convertir dicha parte de RF de enlace ascendente multibanda en una señal única de enlace ascendente;

en el que dichas antenas dedicadas (370) de enlace ascendente no se utilizan para la transmisión de enlace descendente.

11. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 10 que comprende así mismo un medio (381, 382) de conversión de frecuencia, en el que dicho medio de conversión de frecuencia lleva a cabo una primera conversión de frecuencia sobre al menos uno de dichos grupos de RF de enlace ascendente para situar dicho al menos uno de dichos grupos de RF de enlace ascendente en una banda de frecuencias intermedia.

12. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 11 en el que dicho medio (381, 382) de conversión de frecuencia, lleva a cabo una segunda conversión de frecuencia sobre dicho al menos uno de dichos grupos de RF de enlace ascendente, para sustancialmente anular el efecto de dicha primera conversión de frecuencia.

13. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 10 en el que cada una de dichas unidades distantes (390) comprende así mismo un medio (391, 392) de conmutación de RF que incluye unos conmutadores de RF de enlace descendente y de enlace ascendente acoplados a un elemento (393) de detección de la potencia de enlace descendente, y en el que dicho medio (391, 392) de conmutación de RF posibilita la transmisión de dichas señales de RF de enlace descendente en una banda de frecuencias TDD hasta dicha al menos una de dichas antenas dedicadas (370) de enlace descendente, y posibilita la recepción de señales de RF de enlace ascendente en dicha banda de frecuencias TDD desde dicha al menos uno de dichas antenas dedicadas (370) de enlace ascendente.

14. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 13 en el que dicho medio (391, 392) de conmutación de RF es activado de acuerdo con un nivel de potencia de dichas señales de RF de enlace descendente en dicha banda de frecuencias TDD.

ES 2 298 339 T3

15. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 10 en el que cada una de dichas unidades distantes (390) comprende así mismo un elemento (374) de combinación de RF de enlace ascendente acoplado a dicho convertidor distante (376) de señal RF a óptica, de forma que las señales de RF de enlace ascendente adicionales suministradas por un convertidor auxiliar (384) de señal óptica a RF son combinadas con dicha parte de RF de enlace ascendente.

16. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 10 en el que dicha unidad principal (300) comprende así mismo:

- 13) múltiples convertidores (321) de señal óptica a RF para convertir dichas múltiples señales ópticas de enlace ascendente en dichas partes múltiples de RF de enlace ascendente multibanda;
- 14) un medio (324) de combinación de RF de enlace ascendente para combinar dichas partes de RF de enlace ascendente multibanda en una señal de RF de enlace ascendente combinada multibanda; y
- 15) una interfaz (325) de RF de enlace ascendente para transmitir dicha señal de RF de enlace ascendente combinada multibanda en dicha pluralidad de redes de comunicaciones inalámbricas.

17. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 16 en el que dicha unidad principal (300) comprende así mismo al menos un amplificador (307) de RF de enlace descendente y al menos un amplificador (323) de RF de enlace ascendente, por medio de lo cual dichas partes de enlace descendente y dichas partes de enlace ascendente son simplificadas.

18. El sistema de comunicaciones inalámbricas distribuido multibanda de la reivindicación 1 que comprende así mismo una o más unidades de expansión (500), acoplado ópticamente a dicha unidad principal (300) y a dichas unidades distantes (390) en el que cada una de dichas unidades de expansión comprende:

- a) un montaje (510) de enlace descendente, que incluye un convertidor (502) de enlace descendente de señal óptica a RF, un amplificador (503) de RF de enlace descendente, un convertidor (504) de enlace descendente de señal de RF a óptica, y un medio (505) de división óptica; y
- b) un montaje (520) de enlace ascendente, que incluye un medio (512) de combinación óptica, un convertidor (513) de señal óptica a RF, un amplificador (514) de RF de enlace ascendente, y un convertidor (515) de señal de RF a óptica.

19. Un procedimiento de distribución de señales de radio frecuencia (RF) multibanda en un sistema de comunicaciones inalámbricas, que comprende:

- a) la recepción (201) en una unidad principal (300) de una pluralidad de conjuntos de RF en una pluralidad de bandas de frecuencias de enlace descendente, en el que cada uno de dichos conjuntos de RF de enlace descendente contiene unas señales de RF de enlace descendente en una de dichas bandas de frecuencias de enlace descendente;
- b) la combinación (202) de dichos conjuntos de RF de enlace descendente en una señal multibanda combinada de RF de enlace descendente;
- c) la división (203) de dicha señal multibanda combinada de RF de enlace descendente en múltiples partes de RF de enlace descendente;
- d) la conversión (204) de dichas múltiples partes de RF de enlace descendente en múltiples señales ópticas de enlace descendente;
- e) la transmisión (205) ópticamente de dichas señales ópticas de enlace descendente hasta múltiples unidades distantes (390);
- f) la recepción de una señal óptica de enlace descendente suministrada en cada una de dichas unidades distantes (390);
- g) la conversión (221) de dicha señal óptica de enlace descendente suministrada en una parte de RF de enlace descendente suministrada;
- h) la separación (222) de dicha parte de RF de enlace descendente suministrada en una pluralidad de grupos de RF de enlace descendente mediante una banda de frecuencias;
- i) la ejecución de un condicionamiento (223) de señal de enlace descendente individual sobre cada uno de dichos grupos de RF de enlace descendente;

ES 2 298 339 T3

j) la combinación (224) de dichos grupos de RF de enlace descendente condicionados individuales en una señal de transmisión de RF de enlace descendente multibanda; y

5 k) la transmisión de dicha señal de transmisión de RF de enlace descendente multibanda hasta al menos una antena dedicada (370) de enlace descendente;

en el que dicha al menos una antena dedicada (370) de enlace descendente no se utiliza para la recepción de enlace ascendente.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

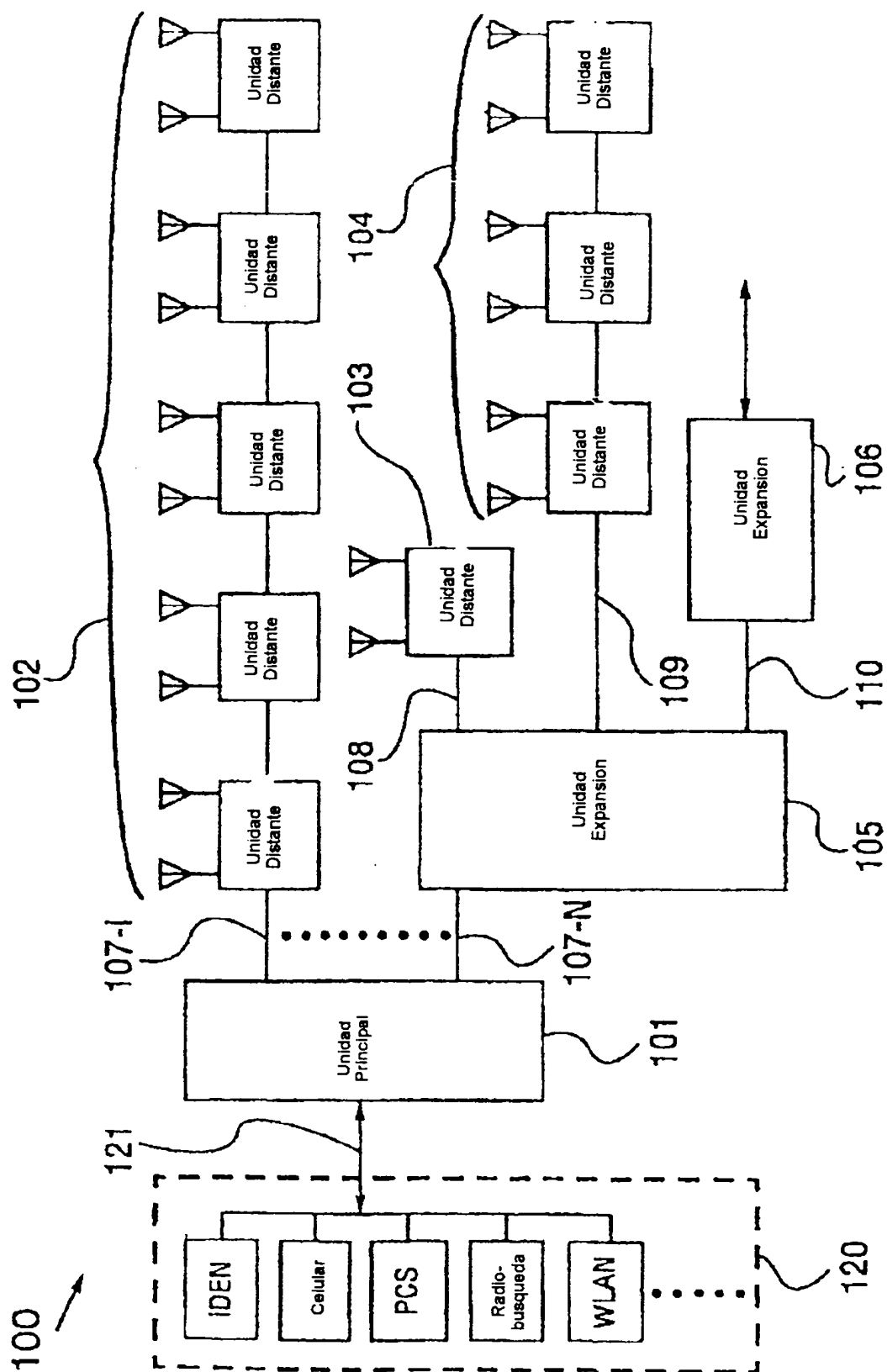


Fig. 1

Operacion Enlace Descendente en Unidad Principal:

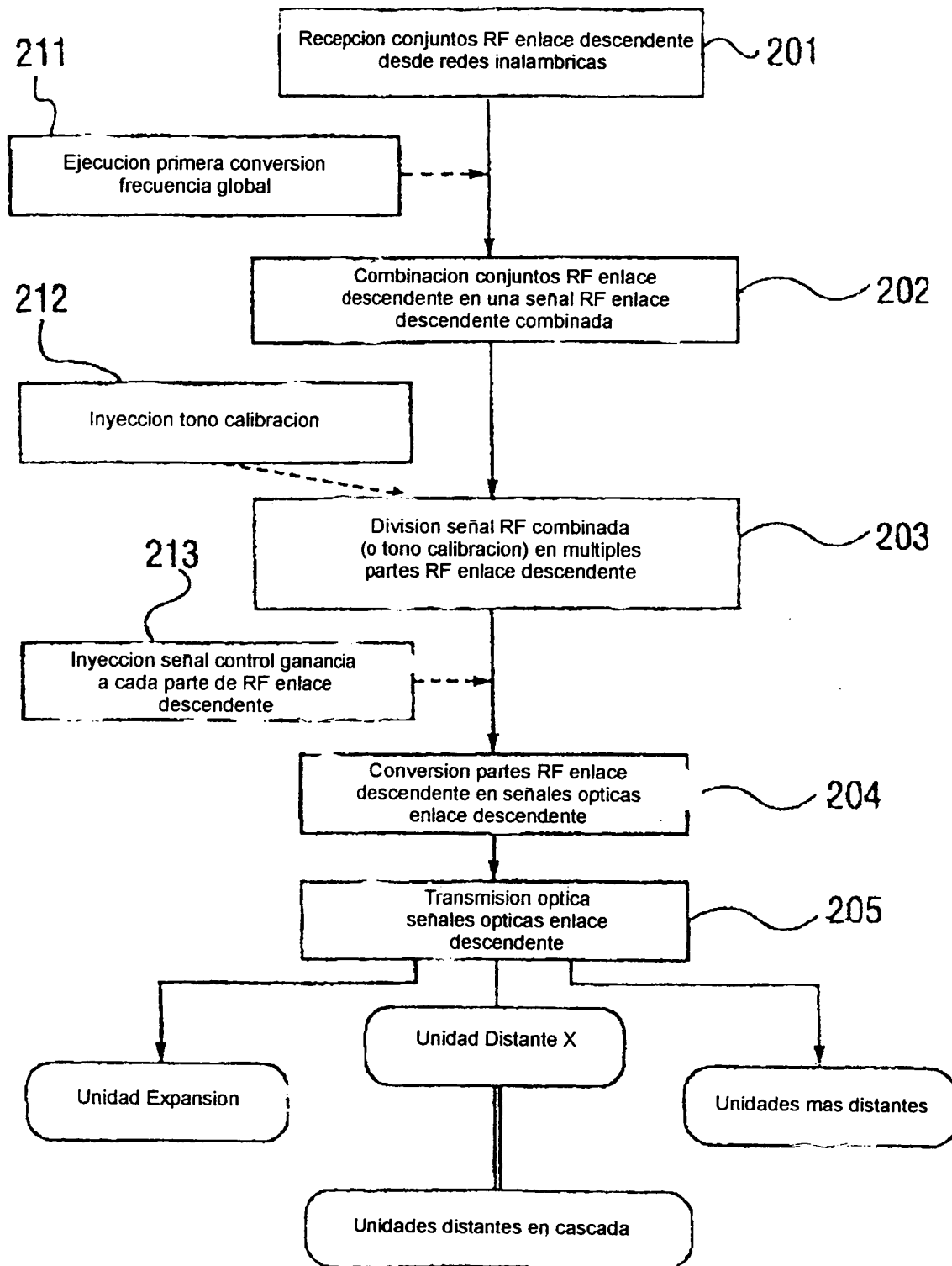


Fig. 2A

Operacion Enlace Descendente en Unidad Distante X:

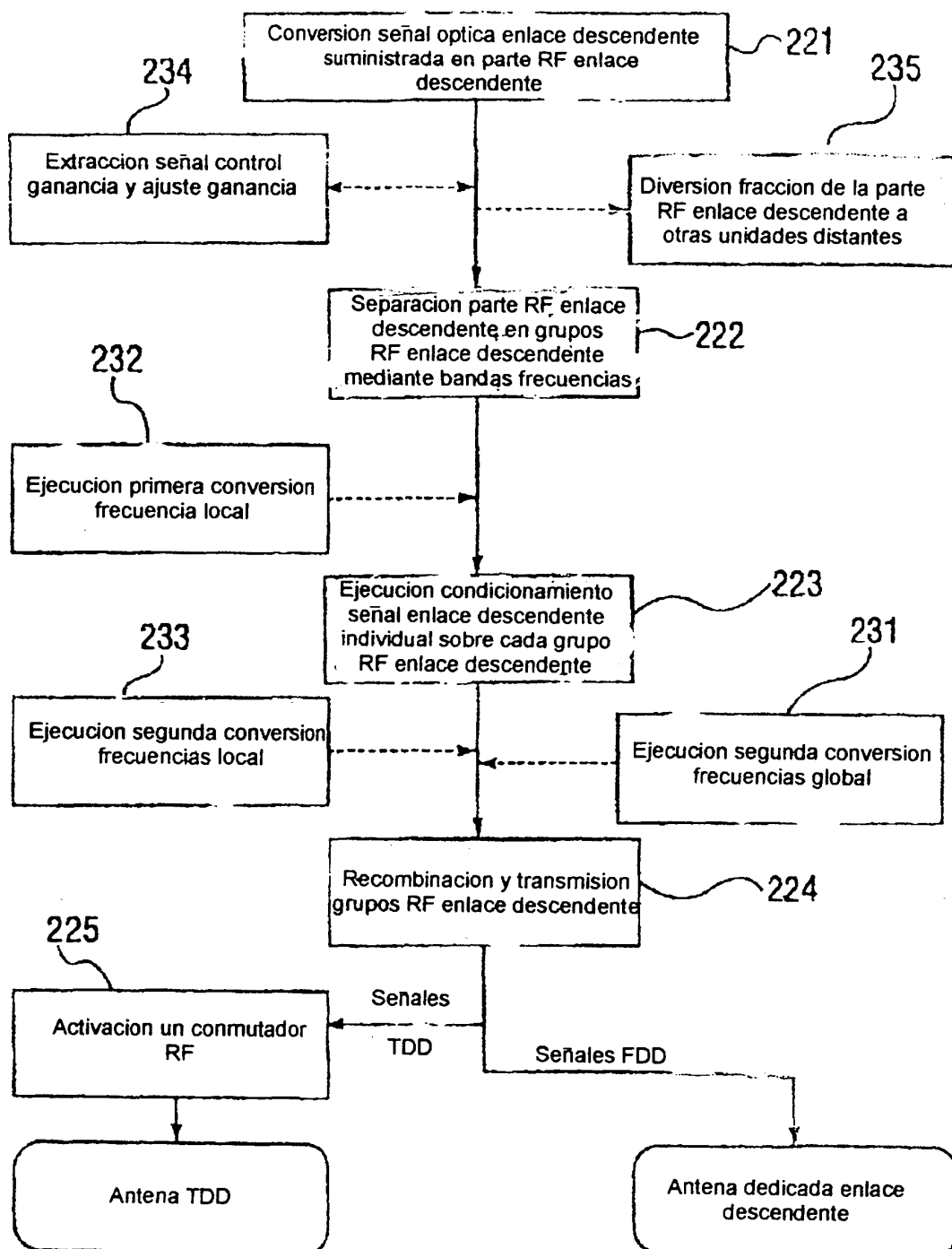
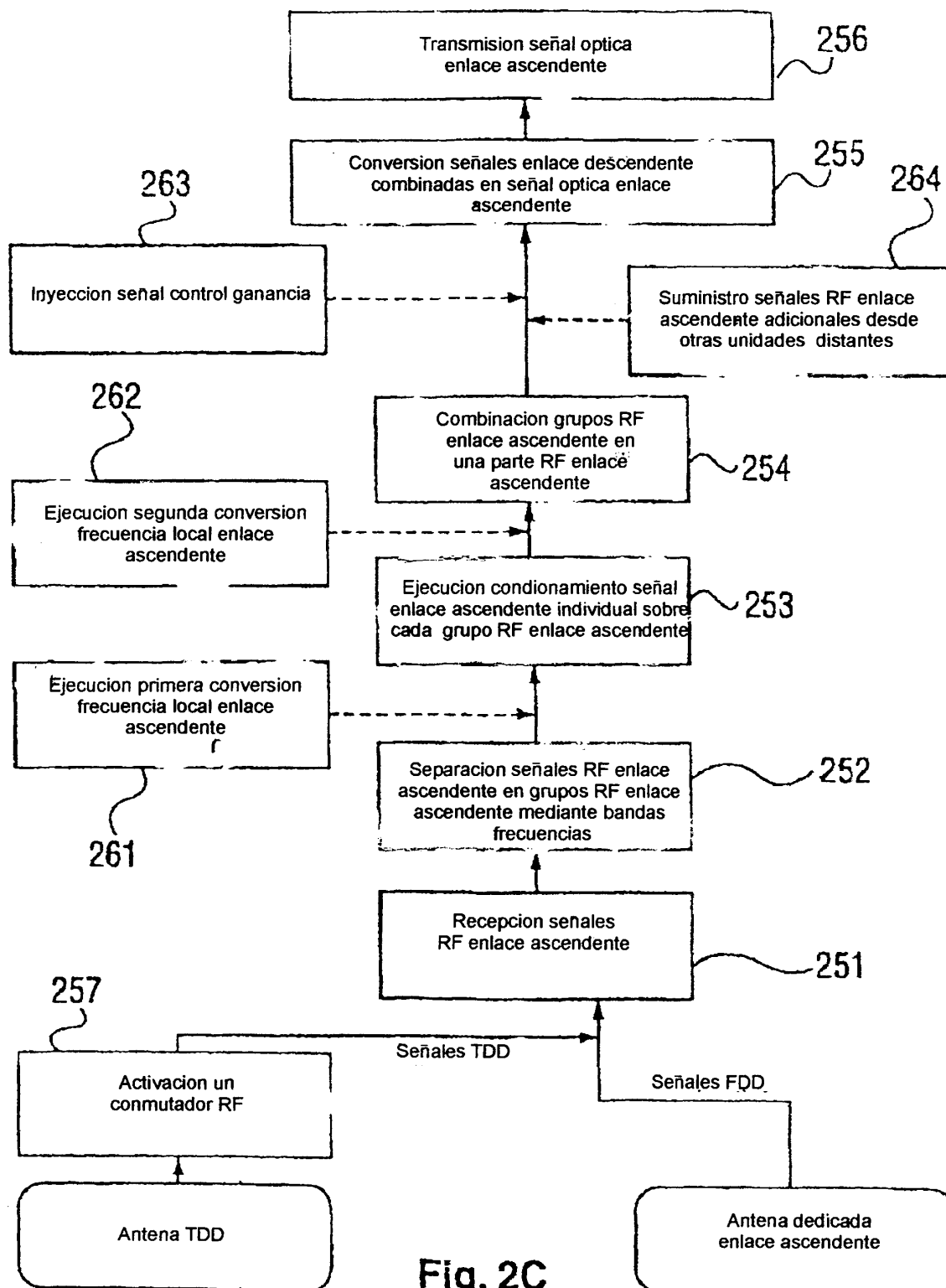


Fig. 2B

Operacion Enlace Ascendente en Unidad Distante X:



Operacion Enlace Ascendente en Unidad Principal

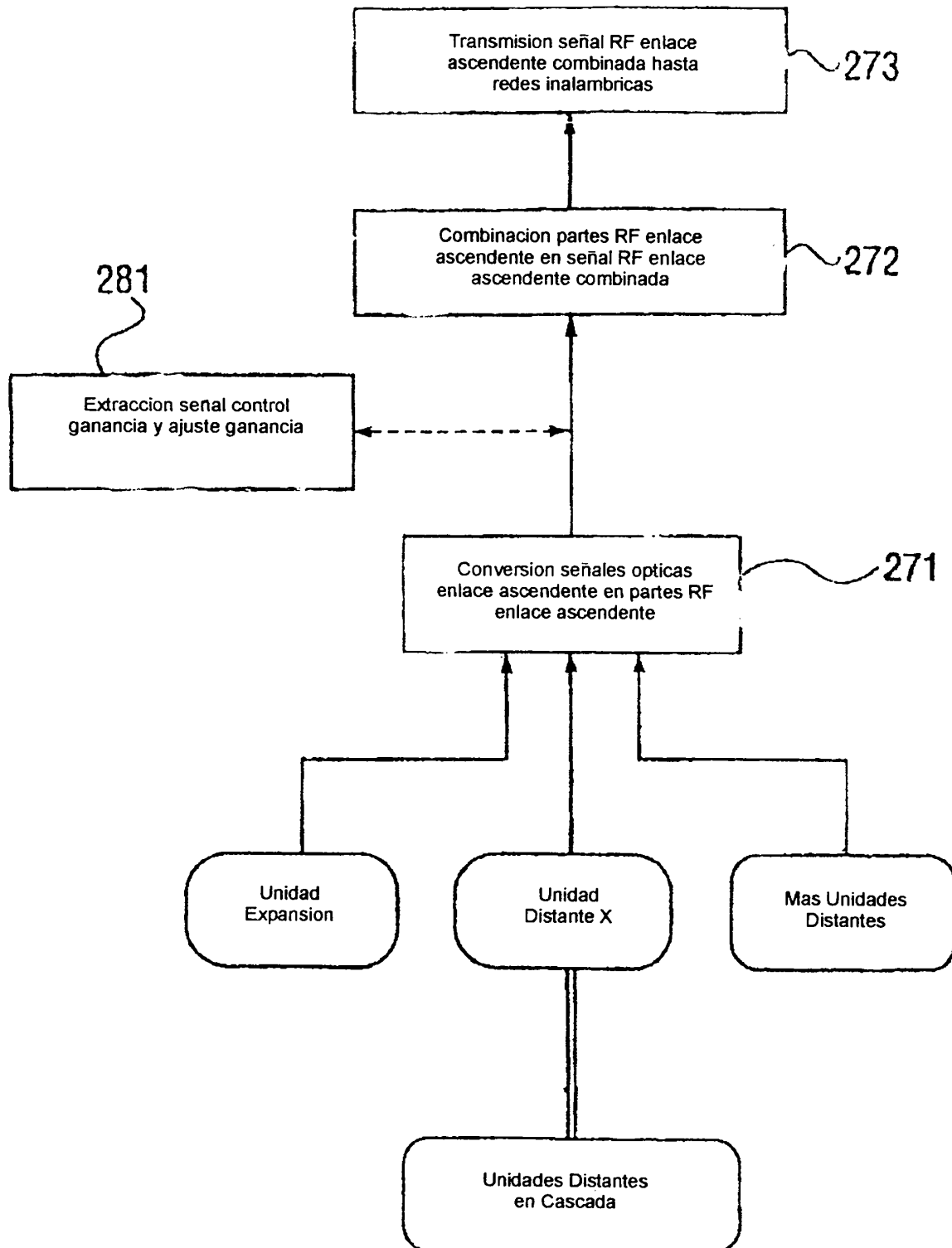


Fig. 2D

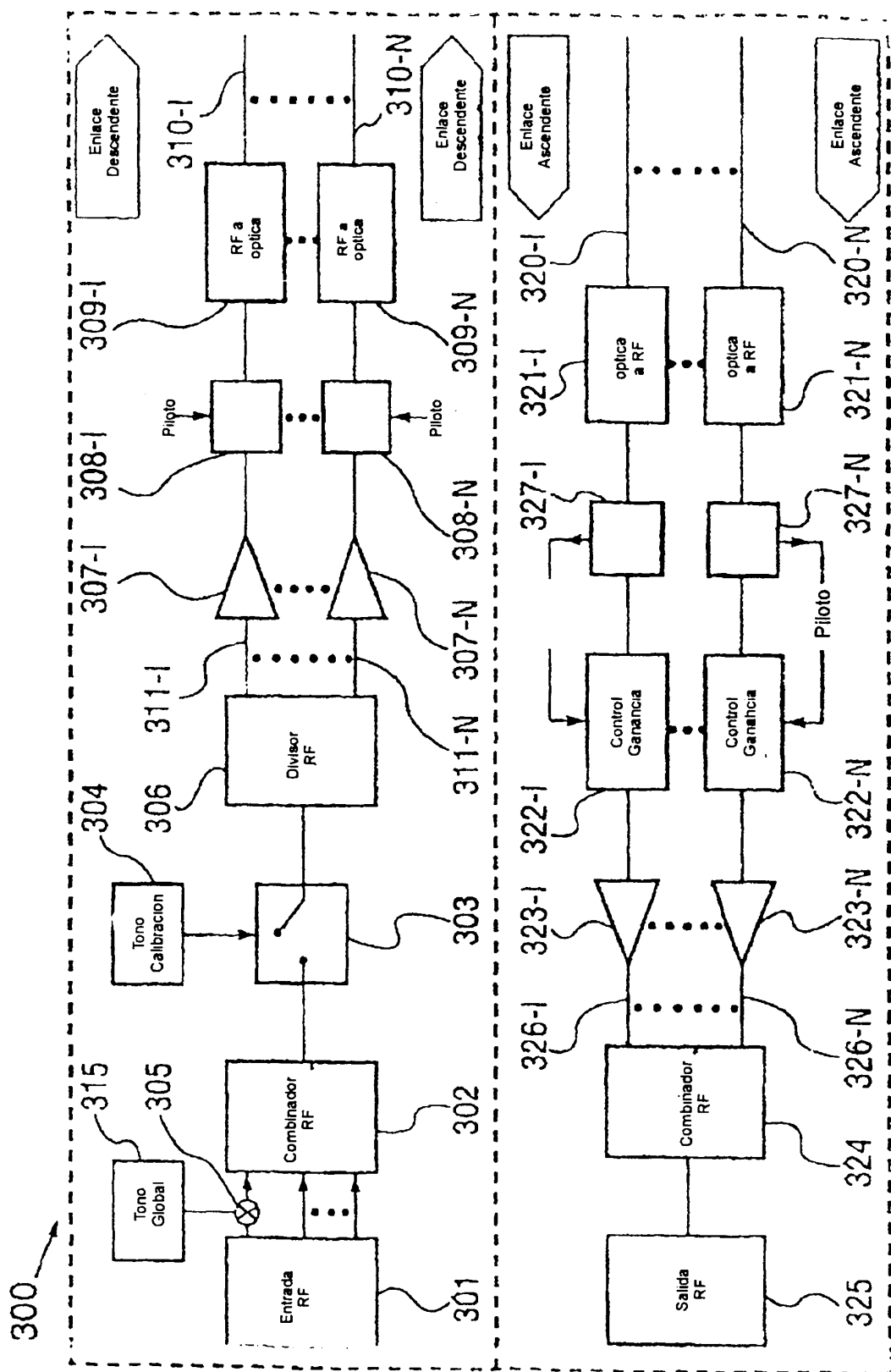


Fig. 3A

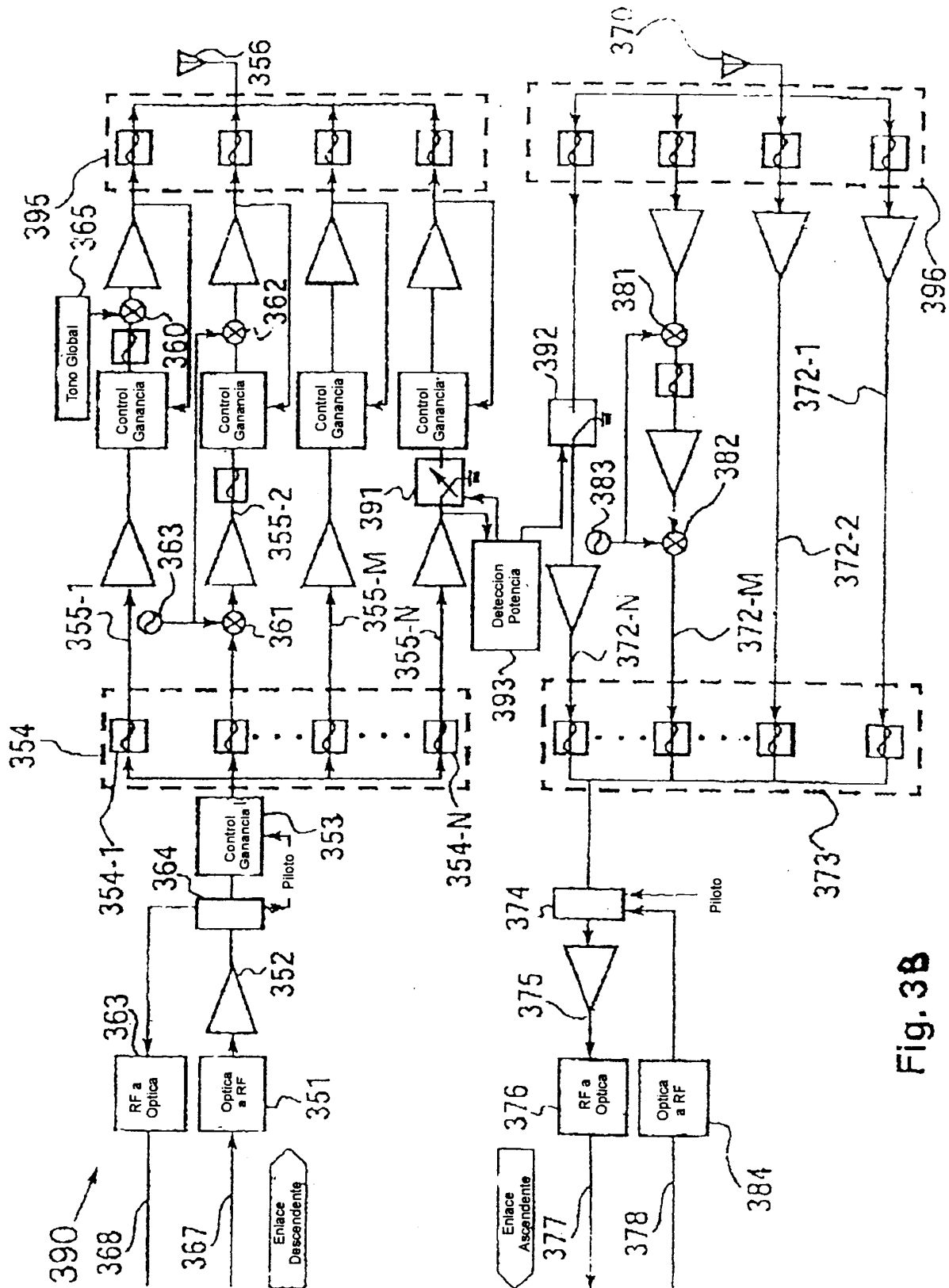


Fig. 3B

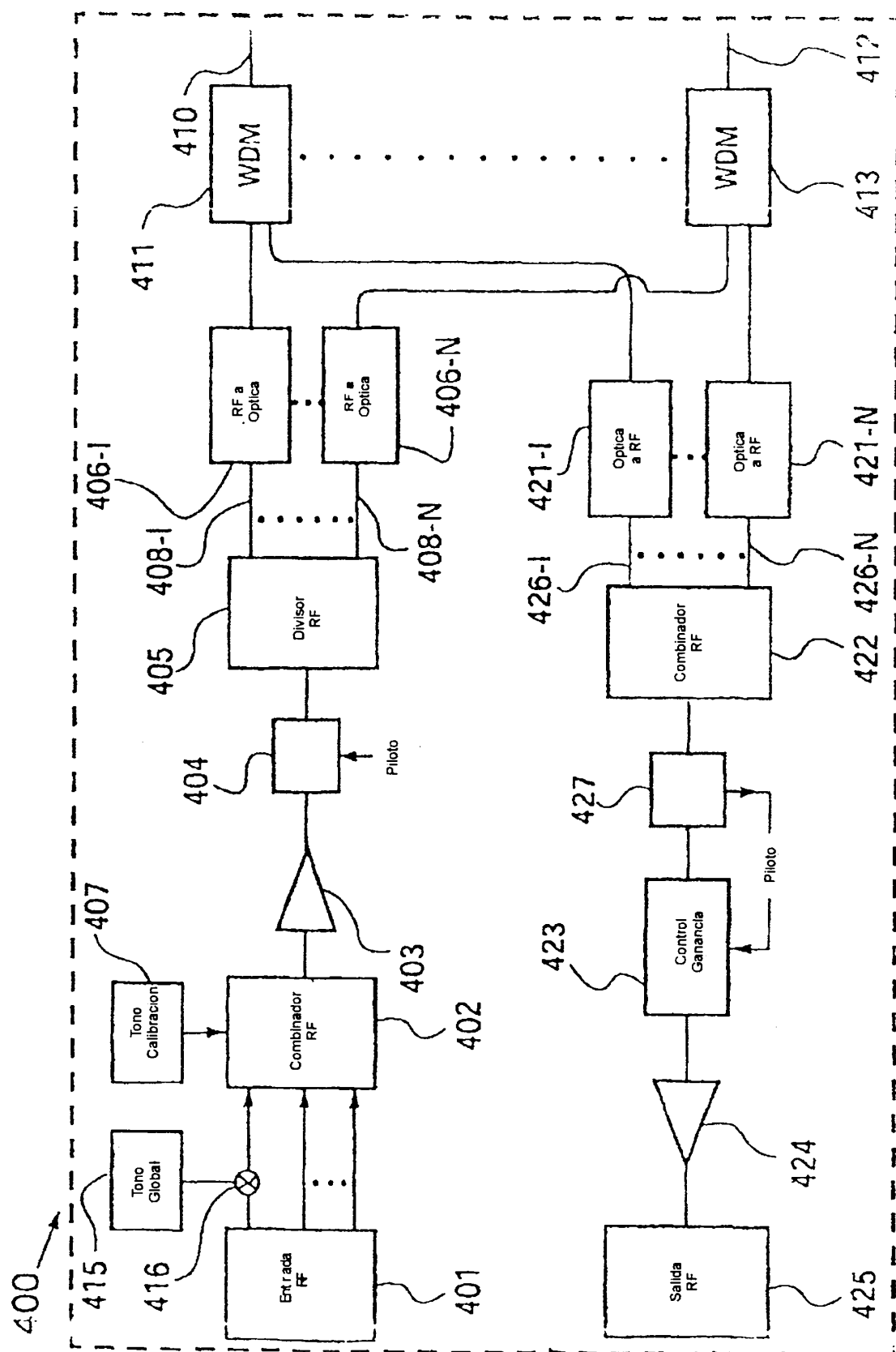


Fig. 4A

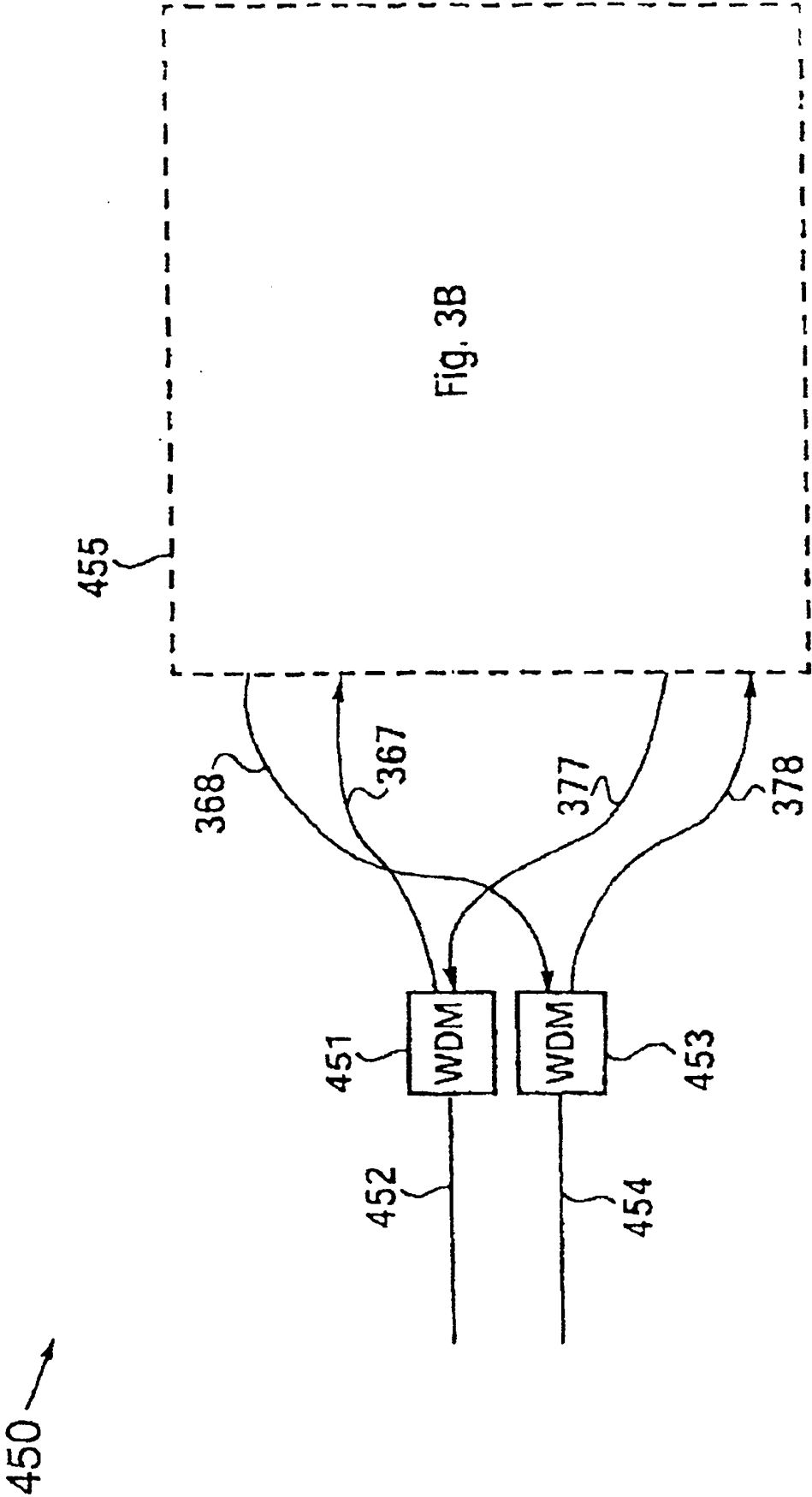


Fig. 3B

FIG. 4B

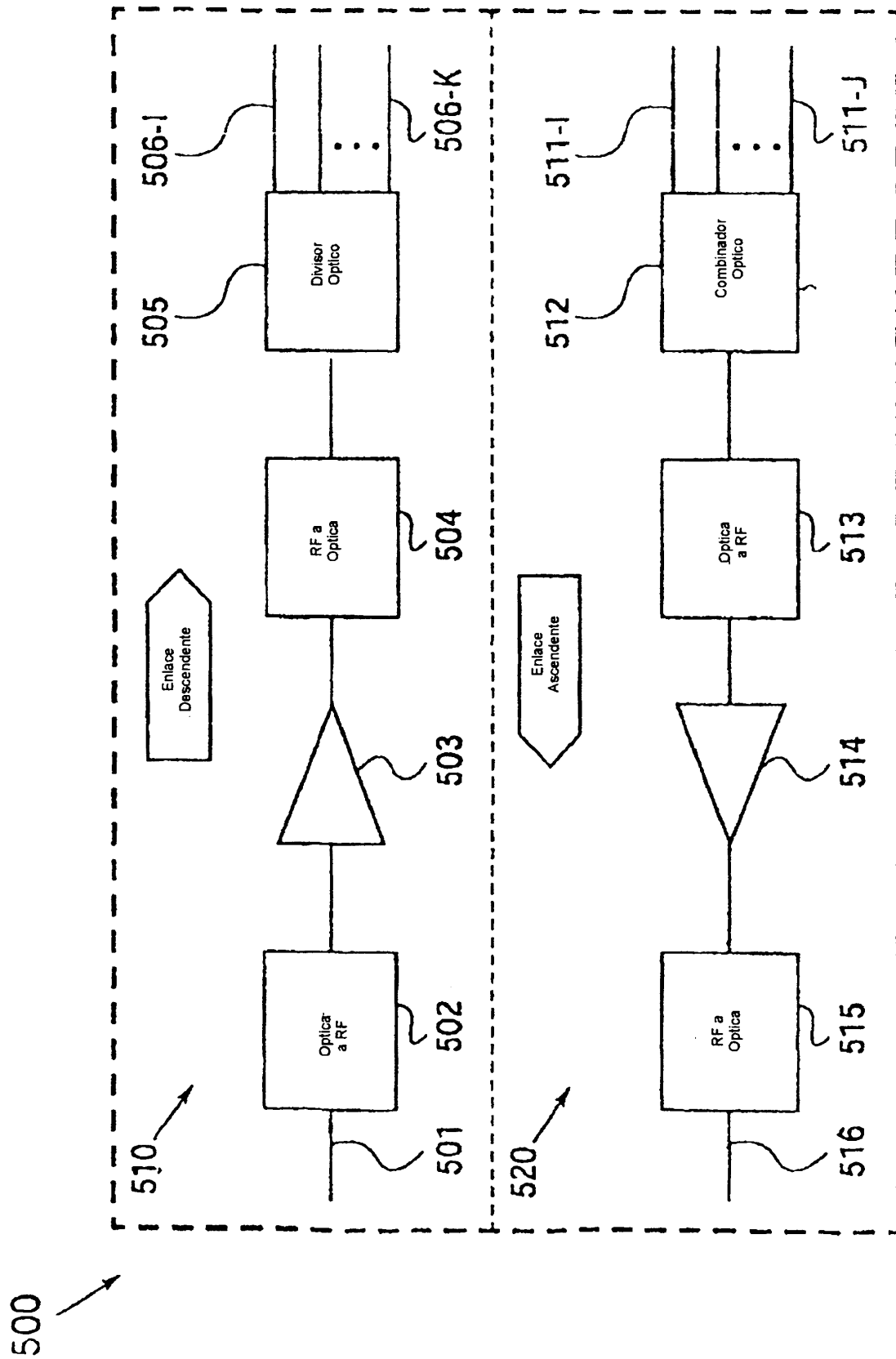


Fig. 5A

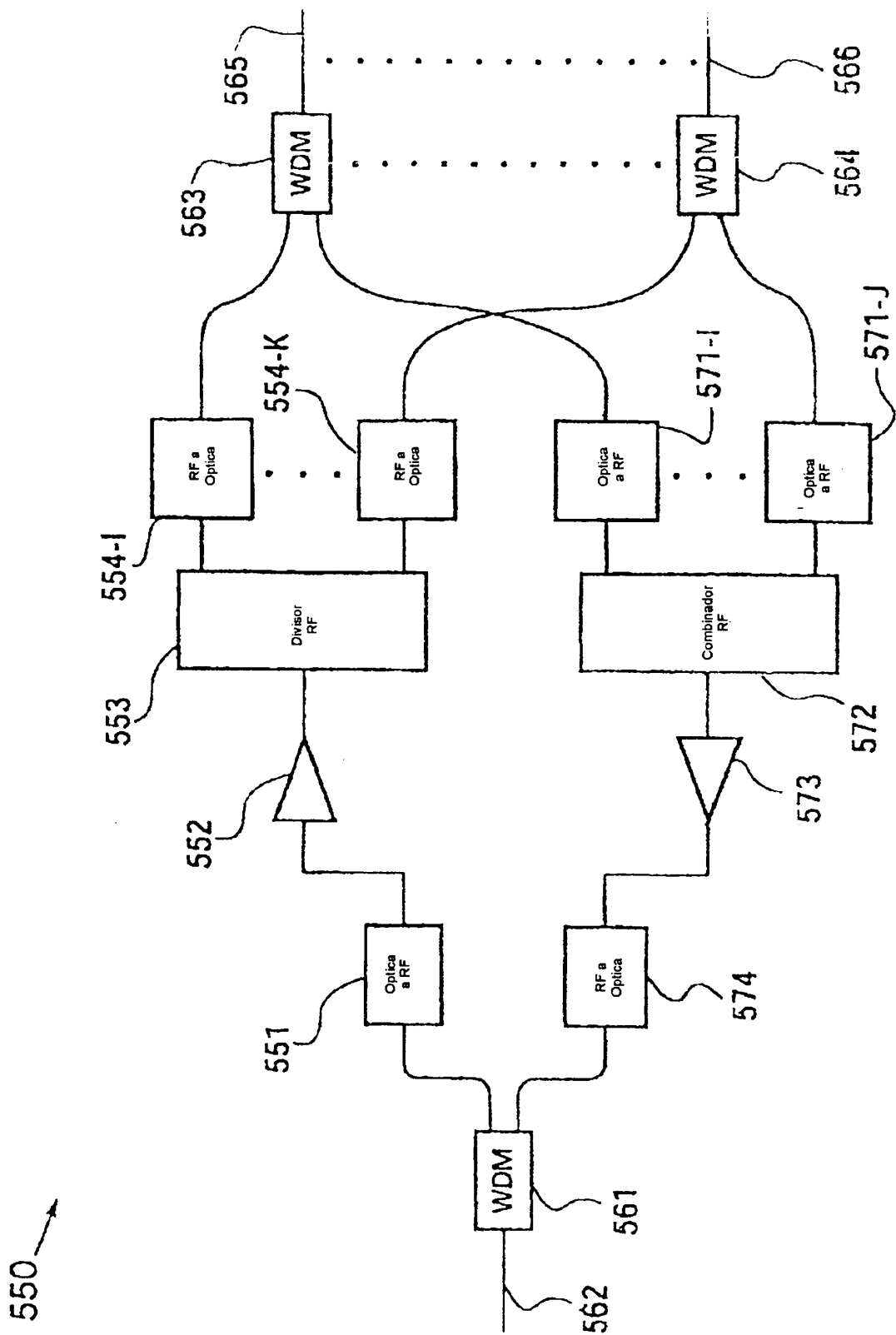


Fig. 5B