

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 371**

51 Int. Cl.:

H04W 52/36 (2009.01)

H04W 52/42 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2010 E 10700917 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2012 EP 2387858**

54 Título: **Procedimiento y aparato para planificar la transmisión de datos en múltiples portadoras**

30 Prioridad:

14.01.2009 US 144639 P

17.03.2009 US 160973 P

14.01.2009 US 144593 P

13.01.2010 US 687006

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

19.04.2013

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
International IP Administration 5775 Morehouse
Drive
San Diego, California 92121, US**

72 Inventor/es:

**ZHANG, DANLU;
VITTHALADEVUNI, PAVAN KUMAR;
AGARWAL, RAVI;
HOU, JILEI y
MOHANTY, BIBHU P.**

74 Agente/Representante:

FÀBREGA SABATÉ, Xavier

ES 2 401 371 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para planificar la transmisión de datos en múltiples portadoras

La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud provisional estadounidense con número de serie 61/144.639, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR SCHEDULING REQUEST SIGNALING IN WIRELESS COMMUNICATIONS", presentada el 14 de enero de 2009, de la solicitud provisional estadounidense con número de serie 61/144.593, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR SCHEDULING IN WIRELESS COMMUNICATIONS", presentada el 14 de enero de 2009, y de la solicitud provisional estadounidense con número de serie 61/160.973, titulada "UPLINK SCHEDULING IN MULTIPLE CARRIERS", presentada el 17 de marzo de 2009, todas ellas cedidas al cesionario del presente documento.

ANTECEDENTES

I. Campo

La presente invención se refiere en general a comunicaciones y, más específicamente, a técnicas para planificar la transmisión de datos en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

II. Antecedentes

Los sistemas de comunicaciones inalámbricas se utilizan ampliamente para proporcionar diverso contenido de comunicación tal como voz, vídeo, datos por paquetes, mensajería, radiodifusión, etc. Estos sistemas inalámbricos pueden ser sistemas de acceso múltiple que pueden soportar múltiples usuarios mediante la compartición de los recursos de sistema disponibles. Ejemplos de tales sistemas de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), sistemas FDMA ortogonales (OFDMA) y sistemas FDMA de única portadora (SC-FDMA).

Un sistema de comunicaciones inalámbricas puede permitir el funcionamiento con múltiples portadoras para aumentar la capacidad del sistema. Cada portadora puede tener una frecuencia central específica y un ancho de banda específico, y puede utilizarse para enviar datos, información de control, señales piloto, etc. Diferentes portadoras pueden presentar diferentes condiciones de canal y pueden tener diferentes capacidades de transmisión. Puede ser deseable soportar transmisiones de datos en las múltiples portadoras para poder obtener un buen rendimiento.

El documento US 2004/162083 (A1) divulga técnicas para una señalación eficaz hacia y desde una pluralidad de estaciones móviles. En una realización, un subconjunto de estaciones móviles puede tener asignada una parte del recurso compartido con una o más concesiones de acceso individuales, otro subconjunto puede tener asignada una parte del recurso compartido con una única concesión común y otro subconjunto adicional puede tener autorizada la utilización de una parte del recurso compartido sin ninguna concesión. En otra realización se utiliza un comando de confirmación de recepción y de reanudación para ampliar todas o un subconjunto de las concesiones anteriores sin necesidad de solicitudes ni concesiones adicionales, ni su información complementaria asociada. En una realización se utiliza una relación de tráfico a señales piloto (T/P) para asignar una parte del recurso compartido, lo que ofrece flexibilidad a una estación móvil a la hora de seleccionar su formato de transmisión en función de la T/P.

RESUMEN

En este documento se describen técnicas para planificar la transmisión de datos en múltiples portadoras en un sistema de comunicaciones inalámbricas. En un diseño, un planificador puede recibir márgenes de potencia solicitados para múltiples portadoras desde un equipo de usuario (UE), un margen de potencia solicitado para cada portadora. Cada margen de potencia solicitado puede indicar la potencia de transmisión que puede utilizar el UE para la transmisión en una portadora asociada. El UE puede obtener los márgenes de potencia solicitados para las múltiples portadoras distribuyendo una potencia de transmisión máxima para el UE de manera uniforme a través de las múltiples portadoras. El planificador también puede recibir información de cola que indica los datos a transmitir por el UE.

El planificador puede redistribuir los márgenes de potencia solicitados a través de las múltiples portadoras para obtener márgenes de potencia redistribuidos para las múltiples portadoras. El planificador puede redistribuir los márgenes de potencia solicitados basándose en el esquema de llenado de agua, en el esquema de llenado voraz o en algún otro esquema. El planificador puede planificar el UE para la transmisión de datos en el enlace ascendente basándose en los márgenes de potencia redistribuidos (en lugar de los márgenes de potencia solicitados) para las múltiples portadoras. El planificador también puede planificar el UE basándose en la información de cola, que puede

utilizarse para determinar la prioridad del UE. El planificador puede obtener al menos un margen de potencia concedido para al menos una portadora. El planificador puede enviar al UE al menos una concesión de recurso que comprende el al menos un margen de potencia concedido. El UE puede enviar datos en la al menos una portadora según el al menos un margen de potencia concedido.

- 5 Varios aspectos y características de la invención se describen posteriormente en mayor detalle.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 muestra un sistema de comunicaciones inalámbricas.

La Figura 2 muestra una solicitud de recurso para una portadora.

La Figura 3 muestra un proceso para planificar la transmisión de datos en múltiples portadoras.

- 10 La Figura 4 muestra un proceso para transmitir datos en múltiples portadoras.

La Figura 5 muestra otro proceso para planificar la transmisión de datos en múltiples portadoras.

La Figura 6 muestra un diagrama de bloques de un UE y de un nodo B.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 15 Las técnicas descritas en este documento pueden utilizarse para varios sistemas de comunicaciones inalámbricas tales como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otros sistemas. Los términos "sistema" y "red" se utilizan normalmente de manera intercambiable. Un sistema CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Acceso de Radio Terrestre Universal (UTRA), cdma2000, etc. UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA) y otras variantes de CDMA. El cdma2000 cubre las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Un sistema TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM). Un sistema
- 20 OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como UTRA evolucionado (E-UTRA), Banda Ancha Ultra Móvil (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE, 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA y E-UTRA son parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). Evolución a Largo Plazo (LTE) de 3GPP y LTE-Avanzada (LTE-A) son nuevas versiones de UMTS que utilizan E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y GSM se describen en documentos de una organización llamada "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP). El cdma2000 y la UMB se describen en documentos de una organización llamada "2º Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP2). Las técnicas descritas en este documento pueden utilizarse en los sistemas y las tecnologías de radio mencionados anteriormente, así como en otros sistemas y tecnologías de radio. Por motivos de claridad, determinados aspectos de las técnicas se describen a continuación para WCDMA, utilizándose terminología WCDMA en gran parte de la siguiente descripción.

- 30 La Figura 1 muestra un sistema de comunicaciones inalámbricas 100 que puede incluir una pluralidad de nodos B y otras entidades. Por motivos de simplicidad, en la Figura 1 sólo se muestra un nodo B 120 y un controlador de red de radio (RNC) 130. Un nodo B puede ser una estación que se comunica con los UE y también puede denominarse nodo B evolucionado (eNB), estación base, punto de acceso, etc. Un nodo B puede proporcionar cobertura de comunicación a un área geográfica particular. Para mejorar la capacidad del sistema, el área de cobertura global de un nodo B puede dividirse en múltiples (por ejemplo, tres) áreas más pequeñas. Cada área más pequeña puede recibir servicio de un subsistema de nodo B respectivo. En 3GPP, el término "célula" puede referirse al área de cobertura más pequeña de un nodo B y/o a un subsistema de nodo B que da servicio a esta área de cobertura. El RNC 130 puede acoplarse a un conjunto de nodos B y puede proporcionar coordinación y control a estos nodos B.

- 40 Un UE 110 puede ser cualquiera de los muchos UE dispersados por todo el sistema. El UE 110 puede ser estacionario o móvil y también puede denominarse estación móvil, terminal, terminal de acceso, unidad de abonado, estación, etc. El UE 110 puede ser un teléfono celular, un asistente digital personal (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicaciones inalámbricas, un dispositivo manual, un ordenador personal, un teléfono inalámbrico, una estación de bucle local inalámbrico (WLL), etc. El UE 110 puede comunicarse con el nodo B 120 a través del enlace descendente y del enlace ascendente. El enlace descendente (o enlace directo) se refiere al enlace de comunicaciones desde el nodo B 120 hasta el UE 110, y el enlace ascendente (o enlace inverso) se refiere al enlace de comunicaciones desde el UE 110 hasta el nodo B 120.

- 45 El sistema puede soportar transmisiones de datos en múltiples (K) portadoras en el enlace ascendente. Uno o más UE pueden planificarse para la transmisión de datos de enlace ascendente en cada portadora en cualquier momento dado. Un UE dado puede planificarse para la transmisión de datos de enlace ascendente en un máximo de K portadoras en cualquier momento dado, dependiendo de varios factores tales como los recursos de sistema disponibles, la cantidad de datos a enviar por el UE, la prioridad del UE, los requisitos de calidad de servicio (QoS) del UE, etc.

La Figura 1 muestra la transmisión de datos a modo de ejemplo en múltiples portadoras en el enlace ascendente. El UE 110 puede tener datos a enviar y puede enviar una solicitud de recurso para cada una de las K portadoras. Una solicitud de recurso también puede denominarse una solicitud de enlace ascendente, una solicitud de planificación, un mensaje de información de planificación (SI), etc. La solicitud de recurso para cada portadora puede transportar un margen de potencia solicitado, información de cola y/u otra información que pueda utilizarse para planificar el UE para la transmisión de datos en la portadora. El margen de potencia solicitado para una portadora puede indicar la cantidad de potencia de transmisión que el UE 110 puede utilizar para la portadora. La información de cola puede indicar la cantidad de datos a enviar por el UE 110 y también puede denominarse información de almacenamiento intermedio.

- 5
- 10 El nodo B 120 puede recibir las solicitudes de recurso para todas las K portadoras desde el UE 110 y puede conceder o denegar la solicitud de recurso para cada portadora. El nodo B 120 puede enviar una concesión de recurso para cada portadora para la que se concede la solicitud de recurso. Una concesión de recurso también puede denominarse asignación de recurso, concesión absoluta, concesión de enlace ascendente, etc. La concesión de recurso para cada portadora puede transportar un margen de potencia concedido, un formato de transporte seleccionado, etc. Un formato de transporte puede estar asociado a un esquema de codificación y/o velocidad de código, un esquema de modulación, un tamaño de bloque de transporte, etc. Un formato de transporte también puede denominarse tasa, tasa de transmisión de datos, formato de paquete, esquema de modulación y de codificación (MCS), etc. El UE 110 puede enviar datos en cada portadora según la concesión de recurso para esa portadora.
- 15
- 20 Puede utilizarse un planificador conjunto o un planificador distribuido para el enlace ascendente. Un planificador conjunto puede recibir solicitudes de recurso para todas las K portadoras desde todos los UE, llevar a cabo la planificación para todas las K portadoras conjuntamente basándose en todas las solicitudes de recurso recibidas y conceder recursos para cada portadora para que pueda obtenerse un buen rendimiento global. Los recursos concedidos pueden proporcionarse mediante márgenes de potencia concedidos, velocidades de transmisión de datos, etc. Un planificador distribuido puede recibir solicitudes de recurso para cada portadora desde todos los UE, llevar a cabo una planificación para cada portadora de manera independiente y conceder recursos para cada portadora basándose en las solicitudes de recurso recibidas para esa portadora.
- 25

El UE 110 puede enviar a un planificador distribuido una solicitud de recurso distinta para cada portadora. Esto permitirá que el planificador distribuido planifique el UE 110 para la transmisión de datos de enlace ascendente en cada portadora. El UE 110 también puede enviar a un planificador conjunto una solicitud de recurso distinta para cada portadora. En este caso, el planificador conjunto puede combinar las solicitudes de recurso para todas las portadoras y puede conceder o denegar cada solicitud de recurso. El planificador conjunto puede conceder velocidades de transmisión de datos que pueden ser diferentes de las velocidades de transmisión de datos solicitadas por el UE 110. Por ejemplo, las velocidades de transmisión de datos concedidas pueden ser superiores a las velocidades de transmisión de datos solicitadas para algunas portadoras y pueden ser inferiores a las velocidades de transmisión de datos solicitadas para algunas otras portadoras. Sin embargo, la velocidad de transmisión de datos concedida total puede ser inferior o igual a la velocidad de transmisión de datos solicitada total. El UE 110 puede generar solicitudes de recurso para las K portadoras, como se describe posteriormente.

- 30
- 35
- 40 El UE 110 puede tener una potencia de transmisión máxima P_{max} , que puede determinarse en función de la potencia de transmisión pico del UE 110 y de una reducción de potencia objetivo de un amplificador de potencia del UE 110. El amplificador de potencia puede transmitir en la potencia de transmisión pico. Sin embargo, una señal de enlace ascendente transmitida por el UE 110 puede tener una envolvente variable en el tiempo, la cual puede cuantificarse mediante una relación de potencia pico a promedio (PAPR) particular. Para evitar reducir los picos en la señal de enlace ascendente, lo que puede generar una distorsión de intermodulación no deseada, el amplificador de potencia puede hacerse funcionar con una potencia de transmisión promedio que puede ser inferior a la potencia de transmisión pico en el valor de la reducción de potencia objetivo o superior.
- 45

El UE 110 puede utilizar parte de su potencia de transmisión para enviar señales piloto e información complementaria en cada portadora. De este modo, el UE 110 puede tener una potencia de transmisión disponible total P_{disp} para la transmisión de datos en las K portadoras. La potencia de transmisión disponible total P_{disp} puede expresarse como:

- 50

$$P_{disp} = P_{max} - \sum_{k=1}^K P_{pilot,k} - \sum_{k=1}^K P_{oh,k} , \quad Ec(1)$$

donde $P_{pilot,k}$ es la potencia de transmisión para la señal piloto en la portadora k, y

$P_{oh,k}$ es la potencia de transmisión para la información complementaria en la portadora k.

El UE 110 puede distribuir la potencia de transmisión máxima o la potencia de transmisión disponible total a través de las K portadoras de varias maneras. En un primer diseño, el UE 110 puede distribuir la potencia de transmisión máxima de manera uniforme a través de las K portadoras de la siguiente manera:

$$P_k = \frac{P_{max}}{K}, \quad \text{para } k = 1, \dots, K, \quad \text{Ec(2)}$$

- 5 donde P_k es la potencia de transmisión asignada para la portadora k . En el primer diseño, la potencia de transmisión disponible para la transmisión de datos en la portadora k puede proporcionarse como $P_{disp,k} = P_k - P_{pilot,k} - P_{oh,k}$.

En un segundo diseño, el UE 110 puede distribuir la potencia de transmisión disponible total de manera uniforme a través de las K portadoras de la siguiente manera:

$$P_k = \frac{P_{disp}}{K}, \quad \text{para } k = 1, \dots, K. \quad \text{Ec(3)}$$

- 10 En el segundo diseño, la potencia de transmisión disponible para la transmisión de datos en cada portadora k puede ser igual a la potencia de transmisión asignada para la portadora k , o $P_{disp,k} = P_k$.

En el primer y en el segundo diseño, el UE 110 puede limitar la potencia de transmisión asignada para cada subportadora a $P_{max,k}$, que puede ser la potencia de transmisión necesaria para conseguir la velocidad de transmisión de datos más alta soportada por el sistema en la portadora k . $P_{max,k}$ puede ser la misma para todas las K portadoras o puede ser diferente para diferentes portadoras.

- 15

En un tercer diseño, el UE 110 puede distribuir la potencia de transmisión disponible total a través de las K portadoras basándose en el esquema de llenado voraz. En este diseño, las K portadoras pueden ordenarse de mejor a peor en función de sus condiciones de canal. Las condiciones de canal pueden cuantificarse como se describe posteriormente. Después de la ordenación, la portadora 1 puede ser la mejor portadora, y la portadora K puede ser la peor portadora. Las K portadoras también pueden ordenarse en función de una designación predeterminada o según otros criterios. En cualquier caso, el UE 110 puede distribuir la potencia de transmisión disponible total en las K portadoras ordenadas, una portadora cada vez, empezando por la mejor portadora. Para una portadora dada k seleccionada para la asignación de potencia de transmisión, el UE 110 puede asignar $P_{max,k}$ a la portadora seleccionada a no ser que no haya potencia de transmisión disponible suficiente, de manera que $P_k = \min\{P_{disp}, P_{max,k}\}$. El UE 110 puede actualizar la potencia de transmisión disponible total después de asignar potencia de transmisión a la portadora seleccionada, de manera que $P_{disp} = P_{disp} - P_k$. Después, el UE 110 puede asignar la potencia de transmisión disponible total a la siguiente portadora. El UE 110 puede repetir el proceso hasta que se agote toda la potencia de transmisión disponible total o hasta que se haya asignado potencia de transmisión a todas las K portadoras.

- 20
- 25

- 30 En un cuarto diseño, el UE 110 puede distribuir la potencia de transmisión disponible total de manera no uniforme a través de las K portadoras basándose en el esquema de llenado de agua. Las K portadoras pueden presentar diferentes condiciones de canal y pueden tener diferentes calidades de señal recibida. La calidad de señal recibida puede cuantificarse mediante una relación de señal a ruido e interferencia (SINR), una relación de energía por fragmento de información a ruido total (E_c/N_t), una relación de portadora a interferencia (C/I), etc. El UE 110 puede
- 35 distribuir la potencia de transmisión disponible total en las K portadoras basándose en el esquema de llenado de agua, de manera que la velocidad de transmisión de datos total para las K portadoras se maximiza. El esquema de llenado de agua se describe en mayor detalle posteriormente.

El UE 110 también puede distribuir la potencia de transmisión máxima o la potencia de transmisión disponible total a través de las K portadoras de otras maneras. En todos los diseños, el UE 110 puede calcular un margen de potencia solicitado para cada portadora basándose en la potencia de transmisión asignada para esa portadora de la siguiente manera:

- 40

$$T2P_{sol,k} = \frac{P_k}{P_{pilot,k}}, \quad \text{para } k = 1, \dots, K, \text{ y} \quad \text{Ec(4)}$$

$$\beta_{sol,k} = \log_{10}(T2P_{sol,k}), \quad \text{para } k = 1, \dots, K, \quad \text{Ec(5)}$$

donde $T2P_{sol,k}$ es el margen de potencia solicitado para la portada k en una unidad lineal, y

- 45 $\beta_{sol,k}$ es el margen de potencia solicitado para la portadora k en decibelios (dB).

Por motivos de simplicidad, las ecuaciones (4) y (5) omiten efectos de escalado y de cuantificación. $T2P_{sol,k}$ puede utilizarse para el cálculo, como se describe posteriormente. $\beta_{sol,k}$ puede enviarse por el UE 110 al nodo B 120.

5 Tal y como se muestra en la ecuación (4), el margen de potencia puede proporcionarse mediante una relación de tráfico a señales piloto (T2P). La potencia de transmisión para las señales piloto en cada portadora puede ajustarse mediante control de potencia para tener en cuenta las condiciones de canal y obtener el nivel de rendimiento deseado, por ejemplo una tasa de error de paquetes (PER) objetivo. Por tanto, el margen de potencia para cada portadora puede transmitir las condiciones de canal de la portadora. En general, el margen de potencia puede comprender cualquier información que indique una cantidad de potencia de transmisión que pueda utilizarse para la transmisión y/o información que indique las condiciones de canal. La T2P puede ser un tipo de información a modo de ejemplo para el margen de potencia. También pueden utilizarse otros tipos de información para el margen de potencia.

15 La Figura 2 muestra un diseño de una solicitud de recurso 210 para una portadora k . En el diseño mostrado en la Figura 2, la solicitud de recurso 210 incluye un campo 212 para el margen de potencia solicitado para una portadora k , un campo 214 para el estado de almacenamiento intermedio total del UE 110, un campo 216 para la identidad (ID) de canal lógico con la prioridad más alta y un campo 218 para el estado de almacenamiento intermedio del canal lógico con la prioridad más alta. El UE 110 puede tener uno o más canales lógicos para transportar datos. Los canales lógicos pueden tener asignadas diferentes prioridades en función de los requisitos de los datos enviados en los canales lógicos. La cantidad de datos a enviar en el canal lógico con la prioridad más alta, así como la cantidad total de datos a enviar por el UE 110 pueden transmitirse en la solicitud de recurso 210.

20 Tal y como se muestra en la Figura 2, la solicitud de recurso 210 incluye el campo 212 para la información de margen de potencia y los campos 214, 216 y 218 para la información de cola. La información de margen de potencia puede ser para una portadora específica, mientras que la información de cola puede aplicarse a todas las K portadoras. El UE 110 puede generar una solicitud de recurso 210 para cada portadora. Las K solicitudes de recurso para las K portadoras pueden incluir diferente información de margen de potencia pero la misma información de cola. Esto puede dar como resultado que se envíe información de cola redundante para las K portadoras, lo que puede ser útil para un planificador distribuido.

En otro diseño, la información de cola puede omitirse en una o más solicitudes de recurso para una o más portadoras. Por ejemplo, una solicitud de recurso para una portadora primaria o designada puede incluir información de margen de potencia e información de cola, mientras que una solicitud de recurso para cada portadora restante puede incluir solamente información de margen de potencia. Este diseño puede reducir la cantidad de información redundante a enviar en las solicitudes de recurso para las K portadoras.

35 En otro diseño adicional, la solicitud de recurso mostrada en la Figura 2 puede utilizarse para cada portadora. Sin embargo, los campos 214, 216 y/o 218 de una o más solicitudes de recurso pueden utilizarse para transportar otra información en lugar de información de cola. Por ejemplo, los campos 214, 216 y/o 218 pueden utilizarse para transportar más bits para la información de margen de potencia y obtener una mejor resolución. Los campos 214, 216 y/o 218 también pueden utilizarse para enviar un diferencial de SINR de enlace descendente entre una célula servidora y otras células de un conjunto activo para el UE 110. El diferencial de SINR de enlace descendente puede indicar interferencias con las otras células.

40 En todos los diseños descritos anteriormente, el UE 110 puede enviar un margen de potencia solicitado para cada una de las K portadoras. Esto puede permitir que un planificador distribuido obtenga márgenes de potencia solicitados desde todos los UE para cada portadora que va a planificarse de manera independiente. Los márgenes de potencia solicitados por el UE 110 para las K portadoras también pueden informar a un planificador conjunto sobre la diferencia en las condiciones de canal a través de las K portadoras. La información sobre las condiciones de canal a través de las K portadoras puede utilizarse por el planificador conjunto para redistribuir los márgenes de potencia solicitados, como se describe posteriormente.

45 Un planificador (por ejemplo, en el nodo B 120 o en el RNC 130) puede obtener el margen de potencia solicitado para cada una de las K portadoras desde el UE 110. Tal y como se muestra en la ecuación (4), el margen de potencia solicitado para cada portadora puede proporcionarse mediante una relación de tráfico a señales piloto (T2P). El planificador puede determinar la potencia de transmisión asignada a cada portadora basándose en el margen de potencia solicitado y según el diseño utilizado por el UE 110 para determinar el margen de potencia solicitado. El planificador puede conocer la potencia de transmisión utilizada por el UE 110 para enviar información complementaria en cada portadora, la cual puede proporcionarse mediante una relación de información complementaria a señales piloto (O2P). La relación O2P puede seleccionarse para obtener el rendimiento deseado para la información complementaria y puede ser la misma para todas las K portadoras. En el esquema de distribución de potencia de transmisión mostrado en la ecuación (2), el planificador puede determinar la potencia de transmisión para las señales piloto en cada portadora k basándose en la potencia de transmisión máxima conocida

del UE 110, en la relación O2P conocida para el UE 110 y en el margen de potencia solicitado para la portadora k recibido desde el UE 110 de la siguiente manera:

$$P_{pilot,k} = \frac{P_{max}}{(1 + O2P + T2P_{sol,k}) \cdot K} \quad Ec(6)$$

De este modo, el planificador puede determinar la potencia de transmisión disponible para la transmisión de datos en cada portadora k de la siguiente manera:

$$P_{disp,k} = P_{pilot,k} \cdot T2P_{sol,k} \quad Ec(7)$$

El planificador puede planificar el UE 110 para la transmisión de datos en el enlace ascendente basándose en la $P_{disp,k}$ calculada para cada portadora. Sin embargo, el UE 110 calcula $P_{disp,k}$ sin tener en cuenta determinadas consideraciones tales como la carga en las K portadoras, una carga objetivo para cada portadora, etc. Por tanto, la planificación del UE 110 basada en $P_{disp,k}$ calculada por el UE 110 puede proporcionar un rendimiento subóptimo.

En un aspecto, el planificador puede recibir el margen de potencia solicitado para cada una de las K portadoras desde el UE 110 y puede redistribuir los márgenes de potencia solicitados a través de las K portadoras basándose en uno o más factores que afectan al rendimiento. El planificador puede planificar entonces el UE 110 para la transmisión de datos en el enlace ascendente basándose en los márgenes de potencia redistribuidos para las K portadoras en lugar de en los márgenes de potencia solicitados enviados por el UE 110.

El planificador puede redistribuir los márgenes de potencia solicitados para las K portadoras de varias maneras. En un diseño, el planificador puede determinar la potencia de transmisión disponible total del UE 110 basándose en los márgenes de potencia solicitados para las K portadoras y puede redistribuir de manera uniforme la potencia de transmisión disponible total a través de las K subportadoras. En este diseño, las potencias de transmisión redistribuidas para las K portadoras son iguales. En otro diseño, el planificador puede redistribuir los márgenes de potencia solicitados para las K portadoras basándose en el algoritmo de llenado de agua, en el algoritmo de llenado voraz y en cualquier otro algoritmo. La redistribución basada en el algoritmo de llenado de agua se describe posteriormente. En todos los diseños, el planificador puede obtener un margen de potencia redistribuido para cada una de las K portadoras para el UE 110. El margen de potencia redistribuido para cada portadora puede ser igual, inferior o superior al margen de potencia solicitado para esa portadora. Después, el planificador puede planificar el UE 110 para la transmisión de datos en el enlace ascendente basándose en los márgenes de potencia redistribuidos para las K portadoras.

El planificador puede determinar los márgenes de potencia redistribuidos para las K portadoras para un conjunto de UE que desean transmitir datos en el enlace ascendente. El planificador puede planificar de varias maneras estos UE basándose en sus márgenes de potencia redistribuidos.

En un primer diseño de planificación, que puede denominarse planificación por portadora, el planificador puede llevar a cabo una planificación de manera independiente para cada una de las K portadoras. Para cada portadora k, el planificador puede ordenar o priorizar los UE basándose en una o más métricas, tales como una métrica equitativa proporcional. Después, el planificador puede seleccionar un UE a la vez para la planificación en la portadora k, empezando por el UE con la prioridad más alta. El planificador puede asignar al UE seleccionado un margen de potencia concedido para la portadora k. En el algoritmo de llenado voraz, el margen de potencia concedido puede ser como máximo el margen de potencia redistribuido para la portadora k para el UE seleccionado y puede estar limitado por la carga de la portadora k en el nodo B 120. El planificador puede repetir el proceso y puede asignar un margen de potencia concedido a cada UE hasta que todos los UE se hayan planificado en la portadora k o se haya agotado toda la carga de la portadora k. El planificador puede actualizar la(s) métrica(s) para cada UE después de planificar el UE con el margen de potencia concedido. Por ejemplo, el planificador puede determinar un caudal de datos total escalado para el UE basándose en el margen de potencia concedido y puede actualizar la métrica equitativa proporcional del UE basándose en el caudal de datos total escalado.

En un diseño, la carga en cada portadora k puede limitarse por un incremento sobre el ruido térmico (RoT) objetivo. Para un sistema limitado por interferencias, tal como un sistema CDMA, el RoT puede depender del número de UE que están transmitiendo de manera simultánea en el enlace ascendente, de sus niveles de potencia de transmisión y de sus condiciones de canal. RoT puede mantenerse por debajo de un nivel objetivo para evitar inestabilidad en el sistema.

Para un UE dado planificado en una portadora k, una relación de energía total por fragmento de información respecto al ruido total $(E_c/N_t)_k$, para el UE en el nodo B 120 puede expresarse como:

$$(E_c / N_t)_k = (E_{cp} / N_t)_k \cdot (1 + O2P_k + T2P_{concedido,k}), \quad \text{Ec(8)}$$

donde E_{cp} es la energía por fragmento de información para las señales piloto,
 E_c es la energía total por fragmento de información para los datos, la información complementaria y las señales piloto,

- 5 N_t es el ruido total y la interferencia observados por el UE en el nodo B 120,
 $O2P_k$ es una relación de información complementaria a señales piloto para el UE, y
 $T2P_{concedido,k}$ es un margen de potencia concedido para el UE.

- 10 Una relación de energía de señal piloto por fragmento de información respecto al ruido total, $(E_{cp}/N_t)_k$, para la portadora k para el UE puede estimarse en función de la señal piloto transmitida por el UE en la portadora k . La carga generada por el UE puede expresarse como:

$$L_k = \frac{(E_c)_k}{I_0} = \frac{(E_c / N_t)_k}{1 + (E_c / N_t)_k}, \quad \text{Ec(9)}$$

donde $(E_c)_k$ es la energía total por fragmento de información para el UE en la portadora k ,
 I_0 es el ruido total y la interferencia observados por el nodo B 120, y
 L_k es la carga generada por el UE en la portadora k .

- 15 Una carga objetivo para la portadora k , $L_{objetivo_total}$, puede determinarse en función del RoT objetivo de la siguiente manera:

$$L_{objetivo_total} = 1 - \frac{1}{\text{RoT_objetivo}}. \quad \text{Ec(10)}$$

- 20 El RoT objetivo puede ser fijo o variable. Si es variable, el RoT objetivo puede seleccionarse en función del número de UE que transmiten en el enlace ascendente, de un factor f y/o de otros parámetros. El factor f puede indicar qué porcentaje de la carga se debe a UE que no reciben servicio del nodo B 120.

La carga disponible para la portadora k , $L_{disp,k}$, puede expresarse como:

$$L_{disp,k} = L_{objetivo_total} - L_{otra,k}, \quad \text{Ec(11)}$$

- 25 donde $L_{otra,k}$ es la carga de la portadora k debida a transmisiones no controladas por el planificador, por ejemplo transmisiones no planificadas, retransmisiones, transmisiones en canales dedicados, transmisiones por medio de UE que se comunican con otros nodos B, etc.

- 30 La carga disponible para la portadora k puede actualizarse después de planificar el UE con el margen de potencia concedido de la siguiente manera:

$$L_{disp,k} = L_{disp,k} - L_k. \quad \text{Ec(12)}$$

L_k es la carga generada por el UE que está planificándose en la portadora k y puede calcularse como se muestra en la ecuación (9). El planificador puede planificar un UE a la vez en la portadora k hasta que la carga disponible para la portadora k disminuya a cero o sea demasiado pequeña para asignarse.

- 35 En un segundo diseño de planificación, que puede denominarse planificación por UE, el planificador puede llevar a cabo una planificación para los UE a través de todas las K portadoras. El planificador puede dar prioridad a todos los UE que soliciten una transmisión de datos en el enlace ascendente basándose en una o más métricas, tal como una métrica equitativa proporcional. El planificador puede determinar un caudal de datos solicitado total para cada UE basándose en los márgenes de potencia redistribuidos para el UE. Después, el planificador puede determinar la métrica equitativa proporcional para cada UE basándose en el caudal de datos solicitado total y en el caudal de datos servido total para el UE. El planificador puede obtener una única lista de prioridades que contiene todos los UE, la cual puede estar ordenada en función de sus métricas equitativas proporcionales.

- 45 Después, el planificador puede seleccionar un UE a la vez para una planificación en todas las K portadoras, empezando por el UE con la prioridad más alta. El planificador puede asignar al UE seleccionado un margen de potencia concedido para cada portadora. En el algoritmo de llenado voraz, el margen de potencia concedido para cada portadora puede ser como máximo el margen de potencia redistribuido para esa portadora para el UE y puede

estar limitado por la carga disponible de la portadora en el nodo B 120. El planificador puede repetir el proceso y asignar a cada UE márgenes de potencia concedidos para las K portadoras hasta que se hayan planificado todos los UE o hasta que se haya agotado toda la carga disponible de las K portadoras. El planificador también puede asignar a los UE márgenes de potencia concedidos basándose en otras consideraciones. El planificador puede actualizar la(s) métrica(s) para cada UE y también puede actualizar la carga de las K portadoras después de planificar el UE con los márgenes de potencia concedidos.

En un tercer diseño de planificación, que puede denominarse planificación por UE con redistribución iterativa, el planificador puede llevar a cabo la planificación de un UE a la vez a través de todas las K portadoras y puede redistribuir márgenes de potencia después de planificar cada UE. El planificador puede redistribuir los márgenes de potencia solicitados de cada UE que solicita una transmisión de datos en el enlace ascendente y puede determinar una o más métricas para cada UE basándose en sus márgenes de potencia redistribuidos. Por ejemplo, el planificador puede determinar un caudal de datos solicitado total para cada UE basándose en sus márgenes de potencia redistribuidos y puede determinar la métrica equitativa proporcional para el UE basándose en el caudal de datos solicitado total y en el caudal de datos servido total para el UE. El planificador puede dar prioridad a todos los UE que soliciten una transmisión de datos en el enlace ascendente basándose en sus métricas equitativas proporcionales y puede obtener una única lista de prioridades que contiene todos los UE.

Después, el planificador puede seleccionar de la lista de prioridades el UE con la prioridad más alta para la planificación. El planificador puede asignar al UE seleccionado un margen de potencia concedido para cada portadora. En el algoritmo de llenado voraz, el margen de potencia concedido para cada portadora puede ser como máximo el margen de potencia redistribuido para esa portadora para el UE y puede estar limitado por la carga disponible de la portadora en el nodo B 120. Después de planificar el UE, el planificador puede repetir (i) la redistribución de los márgenes de potencia solicitados para cada UE restante en la lista de prioridades, (ii) la priorización de los UE restantes basándose en sus márgenes de potencia redistribuidos y (iii) la planificación del UE de la lista con la prioridad más alta. El planificador puede llevar a cabo la redistribución basándose en el algoritmo de llenado de agua en la primera iteración y basándose en el algoritmo de llenado voraz en cada iteración subsiguiente con el fin de reducir la complejidad. La redistribución para cada UE puede depender de la carga disponible en cada una de las K portadoras, la cual puede cambiar cuando se planifica un UE. Por tanto, el tercer diseño de planificación puede considerarse como una refinación del segundo diseño de planificación.

El planificador también puede llevar a cabo la planificación de otras maneras. En todos los diseños de planificación, el planificador puede asignar a los UE márgenes de potencia concedidos basándose en otras consideraciones. Por ejemplo, el planificador puede asignar márgenes de potencia concedidos para minimizar la utilización de un canal dedicado mejorado (E-DCH) y de un canal de concesiones absolutas mejorado (E-AGCH), que pueden utilizarse para enviar a los UE los márgenes de potencia concedidos. Esto puede conseguirse asignando concesiones más amplias y/o evitando concesiones pequeñas siempre que sea posible.

Tal y como se ha indicado anteriormente, el planificador puede redistribuir los márgenes de potencia solicitados para las K portadoras para cada UE antes de la planificación. En un diseño, la redistribución puede basarse en el algoritmo de llenado voraz. En este diseño, las K portadoras pueden ordenarse en función de sus condiciones de canal, de mejor a peor. Después, el planificador puede redistribuir los márgenes de potencia solicitados en las K portadoras ordenadas, una portadora cada vez, empezando por la mejor portadora. Para una portadora dada k seleccionada para la redistribución, el planificador puede asignar un margen de potencia concedido que puede ser tan alto como sea posible. El máximo margen de potencia permitido para cada portadora k puede proporcionarse como:

$$T2P_{max,k} = \min(T2P_{max}, T2P_{max,k,carga}) , \quad Ec(13)$$

donde $T2P_{max}$ es el margen de potencia para la velocidad de transmisión de datos más alta soportada por el sistema, $T2P_{max,k,carga}$ es la velocidad de transmisión de datos más alta soportada por la carga disponible en la portadora k , y $T2P_{max,k}$ es el máximo margen de potencia permitido para la portadora k .

$T2P_{max}$ puede ser el mismo para todas las K portadoras y puede ser un parámetro estático. $T2P_{max,k,carga}$ puede ser diferente para diferentes portadoras y puede ser un parámetro dinámico que puede cambiar cuando se planifica un UE en la portadora k . El margen de potencia redistribuido, $T2P_{gf,k}$, para cada portadora basado en el algoritmo de llenado voraz puede limitarse entonces de la siguiente manera:

$$0 \leq T2P_{gf,k} \leq T2P_{max,k} . \quad Ec(14)$$

El planificador puede actualizar la carga disponible en cada portadora después de asignar al UE un margen de potencia concedido para la portadora. El planificador también puede actualizar los márgenes de potencia para el UE. Después, el planificador puede asignar al UE un margen de potencia concedido para la siguiente mejor portadora. El

planificador puede repetir el proceso hasta que se hayan redistribuido los márgenes de potencia solicitados para todas las K portadoras o hasta que se haya asignado la carga disponible para todas las K portadoras.

En otro diseño, la redistribución puede basarse en un algoritmo de llenado de agua. El algoritmo de llenado de agua es análogo a verter una cantidad fija de agua en un recipiente con un fondo irregular. La cantidad de agua puede corresponder a la potencia de transmisión disponible total y cada portadora puede corresponder a un punto del fondo del recipiente. La elevación del fondo en cualquier punto dado puede corresponder a la inversa de la SINR de una portadora asociada a ese punto. Por lo tanto, una baja elevación puede corresponder a una SINR alta, y viceversa. De este modo, la potencia de transmisión disponible total puede "vertirse" en el recipiente de manera que los puntos más bajos del recipiente (que corresponden a SINR más altas) se llenan primero, y los puntos más altos del recipiente (que corresponden a SINR más bajas) se llenan después. La distribución de potencia puede depender de la potencia de transmisión disponible total y de la profundidad del recipiente en la superficie del fondo.

La redistribución de los márgenes de potencia solicitados para un UE (por ejemplo, el UE 110) en función del algoritmo de llenado de agua puede llevarse a cabo de la siguiente manera. La redistribución puede llevarse a cabo de manera que se maximice el caudal de datos total o la velocidad de transmisión de datos para las K portadoras para el UE 110. En este caso, la redistribución puede llevarse a cabo de manera que maximice la siguiente función objetivo:

$$J = \sum_{k=1}^K f(T2P_{wf,k}) , \quad \text{Ec(15)}$$

donde $T2P_{wf,k}$ es el margen de potencia redistribuido con el algoritmo de llenado de agua, $f(T2P_{wf,k})$ es una función que proporciona una velocidad de transmisión de datos que puede conseguirse con $T2P_{wf,k}$, y J es la función objetivo a maximizar.

La función $f(T2P_{wf,k})$ puede incluir el rendimiento de la retransmisión automática híbrida (HARQ) y/u otros esquemas utilizados para la transmisión de datos. Puede suponerse que la función $f(T2P_{wf,k})$ aumenta de manera monótona con respecto a $T2P_{wf,k}$, de manera que $f'(T2P_{wf,k}) > 0$. También puede suponerse que la función $f(T2P_{wf,k})$ es cóncava con respecto a $T2P_{wf,k}$, de manera que $f''(T2P_{wf,k}) \leq 0$.

La potencia de transmisión puede limitarse para garantizar que la potencia de transmisión total no supere a P_{max} . Si los márgenes de potencia solicitados se obtienen distribuyendo P_{max} de manera uniforme a través de las K portadoras, entonces la potencia de transmisión puede limitarse de la siguiente manera:

$$\sum_{k=1}^K \frac{P_{max}}{(1 + O2P + T2P_{sol,k}) \cdot K} \cdot (1 + O2P + T2P_{wf,k}) \leq P_{max} . \quad \text{Ec(16)}$$

La ecuación (16) puede simplificarse de la siguiente manera:

$$\sum_{k=1}^K \frac{1 + O2P + T2P_{wf,k}}{1 + O2P + T2P_{sol,k}} \leq K . \quad \text{Ec(17)}$$

El máximo margen de potencia permitido para cada portadora k puede ser $T2P_{max,k}$, que puede definirse como se muestra en la ecuación (13). El margen de potencia redistribuido para cada portadora k puede limitarse entonces de la siguiente manera:

$$0 \leq T2P_{wf,k} \leq T2P_{max,k} . \quad \text{Ec(18)}$$

La ecuación de Lagrange L para la función objetivo J puede expresarse como:

$$\begin{aligned} L &= J - \lambda \cdot \left(\sum_{k=1}^K \frac{1 + O2P + T2P_{wf,k}}{1 + O2P + T2P_{sol,k}} - K \right) + \sum_{k=1}^K \mu_k \cdot T2P_{wf,k} - \sum_{k=1}^K \alpha_k \cdot (T2P_{wf,k} - T2P_{max,k}) \\ &= \sum_{k=1}^K f(T2P_{wf,k}) \\ &\quad - \lambda \cdot \left(\sum_{k=1}^K \frac{1}{1 + O2P + T2P_{sol,k}} - K \right) + \sum_{k=1}^K \mu_k \cdot T2P_{wf,k} - \sum_{k=1}^K \alpha_k \cdot (T2P_{wf,k} - T2P_{max,k}) \end{aligned} \quad \text{Ec(19)}$$

donde μ_k es un precio sombra de $T2P_{wf,k}$ y es positivo si y solo si $T2P_{wf,k} = 0$,
 α_k es un precio sombra de $T2P_{max,k}$ y es positivo si y solo si $T2P_{wf,k} = T2P_{max,k}$, y
 λ es un precio sombra de K .

5 Los precios sombra λ , μ_k y α_k , son valores no negativos e indican un cambio en la función objetivo J con pequeñas desviaciones con respecto a las restricciones P_{max} , $T2P_{wf,k} = 0$ y $T2P_{wf,k} = T2P_{max,k}$, respectivamente.

La función objetivo J puede maximizarse tomando la derivada parcial de L con respecto a $T2P_{wf,k}$ y fijando la derivada parcial a cero, lo que puede proporcionar entonces lo siguiente:

$$\frac{\partial f(T2P_{wf,k})}{\partial T2P_{wf,k}} - \frac{\lambda}{1 + O2P + T2P_{sol,k}} + \mu_k - \alpha_k = 0 . \quad Ec(20)$$

10 Cuando $0 < T2P_{wf,k} < T2P_{max,k}$, los precios sombra pasan a ser $\mu_k = 0$ y $\alpha_k = 0$, y la derivada parcial de la ecuación (20) puede expresarse como:

$$\frac{\partial f(T2P_{wf,k})}{\partial T2P_{wf,k}} = \frac{\lambda}{1 + O2P + T2P_{sol,k}} . \quad Ec(21)$$

15 Las K portadoras pueden separarse en tres grupos. El grupo 1 puede incluir portadoras para las que se ha asignado el máximo margen de potencia permitido, o $T2P_{wf,k} = T2P_{max,k}$. El grupo 2 puede incluir portadoras para las que $0 < T2P_{wf,k} < T2P_{max,k}$. El grupo 3 puede incluir portadoras para las que no se ha asignado ninguna potencia de transmisión, o $T2P_{wf,k} = 0$. El margen de potencia concedido para cada portadora del grupo 2 puede determinarse como se muestra en la ecuación (21).

Las soluciones basadas en el algoritmo de llenado de agua pueden tener las siguientes propiedades estructurales. En la propiedad 1, la máxima velocidad de transmisión de datos puede obtenerse cuando $T2P_{wf,k} = T2P_{max,k}$ para

20 todas las K portadoras y el grupo 1 incluye todas las K portadoras, de manera que $\sum_{k=1}^K \frac{1 + O2P + T2P_{wf,k}}{1 + O2P + T2P_{sol,k}} = K$. En la propiedad 2, en todas las K portadoras, un $T2P_{wf,k}$ superior puede asignarse a portadoras con mejores condiciones de canal si lo permite la carga de las portadoras. Por lo tanto, si $T2P_{sol,k} > T2P_{sol,f}$ y $T2P_{max,k} > T2P_{max,k'}$, entonces $T2P_{wf,k} > T2P_{wf,k'}$. La propiedad 2 puede inferirse a partir de la monotonía y concavidad de la función $f(T2P_{wf,k})$. Por tanto, las K portadoras pueden ordenarse por su calidad de canal. En la propiedad 3, para una portadora dada $k1$ del grupo 1, una portadora $k2$ en el grupo 2 y una portadora $k3$ en el grupo 3, puede expresarse lo siguiente:

$$25 \quad T2P_{sol,k1} \cdot \frac{\partial f(T2P_{wf,k1})}{\partial T2P_{wf,k1}} > T2P_{sol,k2} \cdot \frac{\partial f(T2P_{wf,k2})}{\partial T2P_{wf,k2}} > T2P_{sol,k3} \cdot \frac{\partial f(T2P_{wf,k3})}{\partial T2P_{wf,k3}} . \quad Ec(22)$$

La propiedad 3 puede implicar que $T2P_{wf,1} > 0$.

30 Para la redistribución mediante el algoritmo de llenado de agua, cada una de las K portadoras puede estar ubicada en un grupo. Si $T2P_{sol,k}$ y $T2P_{max,k}$ están alineados (o si $T2P_{max,k} > T2P_{max,k'}$, cuando $T2P_{sol,k} > T2P_{sol,k'}$), entonces la calidad de canal de las K portadoras puede ordenarse para reducir el número de combinaciones a considerar. En caso contrario, si no hay ningún orden entre las K portadoras, entonces el número de combinaciones a evaluar puede ser mayor.

35 La función $f(T2P_{wf,k})$ puede mapear un margen de potencia redistribuido con una velocidad de transmisión de datos y puede basarse en una función de capacidad restringida, en una función de capacidad no restringida o en alguna otra función. En un diseño, la función $f(T2P_{wf,k})$ puede ser una función de capacidad no restringida y puede expresarse como:

$$f(T2P_{wf,k}) = W \log_2(1 + \gamma_{pilot,k} \cdot T2P_{wf,k}) , \quad Ec(23)$$

donde $\gamma_{pilot,k}$ es la SINR de una señal piloto en una portadora k , y W es el ancho de banda del sistema.

El margen de potencia redistribuido puede seleccionarse entonces para satisfacer la siguiente condición:

$$\frac{W \cdot \gamma_{pilot,k}}{1 + \gamma_{pilot,k} \cdot T2P_{wf,k}} = \frac{\lambda}{1 + O2P + T2P_{sol,k}} - \mu_k + \alpha_k . \quad Ec(24)$$

40 Para cada portadora con $0 < T2P_{wf,k} < T2P_{max,k}$, la ecuación (24) puede simplificarse de la siguiente manera:

$$\frac{W \cdot \gamma_{pilot,k}}{1 + \gamma_{pilot,k} \cdot T2P_{wf,k}} = \frac{\lambda}{1 + O2P + T2P_{sol,k}} \quad Ec(25)$$

A partir de la ecuación (25), el margen de potencia redistribuido para la portadora k puede calcularse como:

$$T2P_{wf,k} = \frac{(1 + O2P + T2P_{sol,k}) \cdot W}{\lambda} - \frac{1}{\gamma_{pilot,k}} \quad Ec(26)$$

La SINR de la portadora k , $\gamma_{wf,k}$ puede expresarse entonces como:

$$5 \quad \gamma_{wf,k} = \gamma_{pilot,k} \cdot T2P_{wf,k} \quad Ec(27)$$

En general, $T2P_{wf,k}$ puede depender de la función particular utilizada para $f(T2P_{wf,k})$ y puede determinarse en función de la ecuación (21).

10 No hay ninguna solución de forma cerrada para la redistribución basada en el algoritmo de llenado de agua. Sin embargo, la características monótonas y cóncavas de la función $f(T2P_{wf,k})$ y la relación entre $\gamma_{wf,k}$ y $T2P_{wf,k}$ implican que una portadora que tiene asignado $T2P_{wf,k} = T2P_{max,k}$ debe ser mejor que una portadora que tiene asignado $0 < T2P_{wf,k} < T2P_{max,k}$, que debería ser mejor que una portadora que tiene asignado $0 = T2P_{wf,k}$. Esta observación puede utilizarse para redistribuir de manera iterativa los márgenes de potencia solicitados a través de las K portadoras. Si $f(T2P)$ es lineal en $T2P_{max}$, entonces la iteración puede reducirse simplemente al esquema de llenado voraz.

15 Para un caso de dos portadoras, la redistribución basada en el algoritmo de llenado de agua puede simplificarse de la siguiente manera. Las dos portadoras pueden estar ordenadas de manera que $T2P_{sol,1} \geq T2P_{sol,2}$. La redistribución puede dar como resultado una de las cinco asignaciones posibles mostradas en la Tabla 1.

Tabla 1 - Asignaciones posibles para dos portadoras

	$T2P_{wf,1}$	$T2P_{wf,2}$
Asignación 1	$T2P_{wf,1} = T2P_{max,1}$	$T2P_{wf,2} = T2P_{max,2}$
Asignación 2	$T2P_{wf,1} = T2P_{max}$	$0 \leq T2P_{wf,2} \leq T2P_{max}$
Asignación 3	$0 < T2P_{wf,1} < T2P_{max,1}$	$T2P_{wf,2} = T2P_{max,2}$
Asignación 4	$0 < T2P_{wf,1} < T2P_{max,1}$	$T2P_{wf,2} = 0$
Asignación 5	$0 < T2P_{wf,1} < T2P_{max,1}$	$0 < T2P_{wf,2} < T2P_{max,2}$

La redistribución puede llevarse a cabo con la siguiente secuencia de etapas.

20 En la etapa 1 puede comprobarse la siguiente condición:

$$\frac{1 + O2P + T2P_{max,1}}{1 + O2P + T2P_{sol,1}} + \frac{1 + O2P + T2P_{max,2}}{1 + O2P + T2P_{sol,2}} \leq 2 \quad Ec(28)$$

Si se cumple la condición de la ecuación (28) entonces la asignación 1 de la Tabla 1 es óptima. En caso contrario, en la etapa 2 puede comprobarse la siguiente condición:

$$\frac{1 + O2P + T2P_{max,1}}{1 + O2P + T2P_{sol,1}} \leq 2 \quad Ec(29)$$

25 Si se cumple la condición de la ecuación (29), entonces puede suponerse que $T2P_{wf,1} = T2P_{max,1}$, y $T2P_{wf,2}$ puede determinarse de manera que se cumpla lo siguiente:

$$\frac{1 + O2P + T2P_{max,1}}{1 + O2P + T2P_{sol,1}} + \frac{1 + O2P + T2P_{wf,2}}{1 + O2P + T2P_{sol,2}} = 2 \quad Ec(30)$$

Después puede comprobarse la siguiente condición:

$$(1 + O2P + T2P_{sol,2}) \left. \frac{\partial f(T2P_{wf,2})}{\partial T2P_{wf,2}} \right|_{T2P_{wf,2}} < (1 + O2P + T2P_{sol,1}) \left. \frac{\partial f(T2P_{wf,1})}{\partial T2P_{wf,1}} \right|_{T2P_{max,1}} \quad \text{Ec(31)}$$

Si se cumple la condición de la ecuación (31), entonces la asignación 2 de la Tabla 1 es óptima. La asignación de

$$\frac{1 + O2P + T2P_{max,1}}{1 + O2P + T2P_{sol,1}} = 2.$$

$T2P_{wf,1} = T2P_{max,1}$ y de $T2P_{wf,2} = 0$ puede ser un caso límite cuando

5 Si no se cumple la condición de la ecuación (29) ó (31), entonces en la etapa 3 puede comprobarse la siguiente condición:

$$\frac{1 + O2P + T2P_{max,2}}{1 + O2P + T2P_{sol,2}} \leq 2. \quad \text{Ec(32)}$$

Si se cumple la condición de la ecuación (32), entonces puede suponerse que $T2P_{wf,2} = T2P_{max,2}$, y $T2P_{wf,1}$ puede determinarse de manera que se cumpla lo siguiente:

$$\frac{1 + O2P + T2P_{wf,1}}{1 + O2P + T2P_{sol,1}} + \frac{1 + O2P + T2P_{max,2}}{1 + O2P + T2P_{sol,2}} = 2. \quad \text{Ec(33)}$$

10 Después puede comprobarse la siguiente condición:

$$(1 + O2P + T2P_{sol,1}) \left. \frac{\partial f(T2P_{wf,1})}{\partial T2P_{wf,1}} \right|_{T2P_{wf,1}} < (1 + O2P + T2P_{sol,2}) \left. \frac{\partial f(T2P_{wf,2})}{\partial T2P_{wf,2}} \right|_{T2P_{max,2}} \quad \text{Ec(34)}$$

Si se cumple la condición de la ecuación (34), entonces la asignación 3 de la Tabla 1 es óptima. En caso contrario, si no se cumple la condición de la ecuación (32) ó (34), entonces en la etapa 4 puede comprobarse la siguiente condición:

$$\frac{1 + O2P + T2P_{max,1}}{1 + O2P + T2P_{sol,1}} \geq 2. \quad \text{Ec(35)}$$

15 Si se cumple la condición de la ecuación (35), entonces puede suponerse que $1 + O2P + T2P_{wf,1} = 2(1 + O2P + T2P_{sol,1})$, y puede comprobarse la siguiente condición:

$$(1 + O2P + T2P_{sol,1}) \left. \frac{\partial f(T2P_{wf,1})}{\partial T2P_{wf,1}} \right|_{T2P_{wf,1}} > (1 + O2P + T2P_{sol,2}) \left. \frac{\partial f(T2P_{wf,2})}{\partial T2P_{wf,2}} \right|_{T2P_{wf,2}=0} \quad \text{Ec(36)}$$

20 Si se cumple la condición de la ecuación (36), entonces la asignación 4 de la Tabla 1 es óptima. En caso contrario, si no se cumple la condición de la ecuación (35) ó (36), ambas portadoras 1 y 2 pueden colocarse en el grupo 2, y $T2P_{wf,1}$ y $T2P_{wf,2}$ pueden determinarse como se muestra en la ecuación (21). Si la solución no vulnera ninguna restricción, entonces la asignación 3 de la Tabla 1 es óptima. En caso contrario, la etapa 5 puede repetirse considerando las restricciones vulneradas. Las etapas 4 y 5 están separadas para permitir un μ_2 positivo.

25 El cálculo descrito anteriormente puede simplificarse realizando determinadas aproximaciones. La función $f(T2P)$ y la SINR piloto $\gamma_{pilot,k}$ pueden estar basadas en un comportamiento habitual en los modelos de canal. Sin embargo, en la práctica, la T2P puede estar limitada a ser un valor de un conjunto de valores discretos correspondientes a un conjunto de velocidades de transmisión de datos soportadas por el sistema. La derivada parcial puede aproximarse entonces de la siguiente manera:

$$\frac{\partial f(T2P_j)}{\partial T2P_j} = \frac{f(T2P_j) - f(T2P_{j-1})}{T2P_j - T2P_{j-1}}, \quad \text{Ec(37)}$$

donde j es un índice de velocidad y $T2P_j$ es una T2P requerida para la j -ésima velocidad de transmisión de datos

soportada. $f(T2P)$ y/o $\frac{\partial f(T2P)}{\partial T2P}$ también pueden aproximarse con funciones discretas de T2P, que puede definirse según fórmulas sencillas.

5 La redistribución de los márgenes de potencia solicitados según el algoritmo de llenado de agua se ha descrito anteriormente. Los márgenes de potencia solicitados pueden recibirse desde el UE 110 y pueden utilizarse directamente, como se ha descrito antes. En otro diseño, los márgenes de potencia solicitados pueden convertirse en una potencia de transmisión disponible total. De este modo, la redistribución puede llevarse a cabo en función de la potencia de transmisión disponible total.

10 El UE 110 puede planificarse en una o más portadoras. El UE 110 también puede tener asignado en cada portadora un margen de potencia concedido, que puede ser (i) un valor positivo si el UE 110 se ha planificado en la portadora o (ii) cero si el UE 110 no se ha planificado en la portadora. Debido a la redistribución, el margen de potencia concedido para cada portadora puede ser igual, superior o inferior al margen de potencia solicitado para esa portadora. Sin embargo, el caudal de datos concedido total puede ser igual o inferior al caudal de datos solicitado total y puede estar limitado por P_{max} en el UE 110.

15 La redistribución de los márgenes de potencia solicitados y la planificación de los UE en múltiples portadoras puede llevarse a cabo de la manera descrita anteriormente. La redistribución y la planificación también pueden llevarse a cabo teniendo en cuenta otras consideraciones. Por ejemplo, puede considerarse la sensibilidad de $f(T2P)$ y de $\gamma_{pilot,k}$ a diferentes modelos de canal y el rendimiento HARQ. También puede considerarse la utilización del E-AGCH para enviar concesiones de recurso a los UE planificados. También puede considerarse la QoS del UE con una restricción de retardo y la diversidad de frecuencia. Una T2P objetivo puede seleccionarse en función del número de UE de multiportadora.

20 En general, un UE dado puede planificarse en una o más portadoras cuando múltiples portadoras están disponibles. Una decisión para planificar el UE en una o múltiples portadoras puede depender del algoritmo de planificación particular utilizado para planificar el UE. Un planificador equitativo proporcional puede dar prioridad a UE basándose en el caudal de datos total en todas las portadoras. Para determinar si el UE dado debería planificarse en una o múltiples portadoras, como una comparación equitativa, los caudales de datos totales de UE multiportadora no deben escalarse de diferente manera con respecto a los caudales de datos totales de UE de única portadora. En este caso, la equidad en todo el sistema no se ve afectada por el número de portadoras en las que se ha planificado cada UE.

30 Los UE pueden planificarse para la transmisión de datos en el enlace ascendente en función de la multiplexación por división de tiempo (TDM) o la multiplexación por división de código (CDM). En la planificación basada en TDM, los UE pueden planificarse para una cantidad de tiempo casi idéntica para lograr la equidad. Por ejemplo, puede haber un número M de UE de doble portadora en el sistema, un número N_1 de UE de única portadora en la portadora 1 y un número N_2 de UE de única portadora en la portadora 2. Sin perder la generalidad, un caso de carga equilibrada puede considerarse con $|N_1 - N_2| \leq 1$ y un canal de ruido gaussiano blanco aditivo (AWGN). En función de un cálculo

estático, la fracción de tiempo de servicio para cada UE de doble portadora puede ser $\frac{M + N_2 - N_1}{M \cdot (M + N_2 + N_1)}$ en la

portadora 1, $\frac{M + N_1 - N_2}{M \cdot (M + N_2 + N_1)}$ en la portadora 2 y $\frac{2}{M + N_2 + N_1}$ en ambas portadoras. La fracción de tiempo de

servicio para cada UE de única portadora puede ser $\frac{2}{M + N_2 + N_1}$, que puede ser igual al tiempo de servicio total para cada UE de doble portadora. Por tanto puede mantenerse la equidad entre UE de única portadora y UE de

40 doble portadora. La asignación de doble portadora puede proporcionar un equilibrio de carga en el caso de UE de almacenamiento intermedio completo en el sistema.

Para la planificación basada en CDM, múltiples UE pueden planificarse simultáneamente en la misma portadora. En este caso, el sistema puede estar limitado por interferencias, de manera que la SINR de cada UE puede ser bastante baja. Por ejemplo, para dos UE con la misma potencia recibida en un nodo B, cada UE puede obtener una SINR de 45 0dB aproximadamente. Estos dos UE pueden planificarse en portadoras diferentes, y cada UE puede obtener una SINR mucho mayor. Cuando múltiples UE se planifican simultáneamente en la misma portadora, el nodo B puede recuperar la transmisión de enlace ascendente de un UE a la vez con cancelación de interferencias. La cancelación de interferencias puede mejorar la SINR de cada UE recuperada después del primer UE.

50 La planificación de un UE para la transmisión de datos en múltiples portadoras en el enlace ascendente puede proporcionar ciertos beneficios. En primer lugar, puede obtenerse un mayor caudal de datos global para el UE

transmitiendo en múltiples portadoras en lugar de en una sola portadora. En segundo lugar, puede obtenerse una mejor QoS y una menor latencia utilizando múltiples portadoras. En tercer lugar, puede obtenerse una eficacia SINR mejorada ya que la curva de capacidad de la velocidad de transmisión de datos frente a la SINR es normalmente cóncava. Por tanto, distribuir la potencia de transmisión entre múltiples portadoras puede dar como resultado una mayor velocidad de transmisión de datos global que utilizando toda la potencia de transmisión en una única portadora. En cuarto lugar, la asignación de múltiples portadoras puede llenar la carga disponible en cada portadora, que no podría llenarse de otra manera debido a la limitación en la cantidad de datos o a la velocidad pico de transmisión de datos soportada por el UE.

La Figura 3 muestra el diseño de un proceso 300 para planificar la transmisión de datos en un sistema de comunicaciones inalámbricas. El proceso 300 puede llevarse a cabo por un planificador, el cual puede residir en una estación base/nodo B o en alguna otra entidad de red. El planificador puede recibir márgenes de potencia solicitados para una pluralidad de portadoras desde un UE, un margen de potencia solicitado para cada portadora (bloque 312). Cada margen de potencia solicitado puede indicar la potencia de transmisión que puede utilizar el UE para la transmisión en una portadora asociada. En un diseño, los márgenes de potencia solicitados para la pluralidad de portadoras pueden obtenerse por el UE distribuyendo una potencia de transmisión máxima para el UE de manera uniforme a lo largo de la pluralidad de portadoras, como se muestra, por ejemplo, en la ecuación (2). El UE también puede obtener los márgenes de potencia solicitados de otras maneras, como las descritas anteriormente. El planificador también puede recibir información de cola que indica los datos a transmitir por el UE (bloque 314).

El planificador puede redistribuir los márgenes de potencia solicitados a lo largo de la pluralidad de portadoras para obtener márgenes de potencia redistribuidos para la pluralidad de portadoras (bloque 316). Después, el planificador puede planificar el UE para la transmisión de datos en el enlace ascendente basándose en los márgenes de potencia redistribuidos para la pluralidad de portadoras (bloque 318). El UE también puede planificarse en función de la información de cola, la cual puede utilizarse para determinar la prioridad del UE. En el bloque 318, el planificador puede obtener al menos un margen de potencia concedido para al menos una portadora. El planificador puede enviar al UE al menos una concesión de recurso que comprende el al menos un margen de potencia concedido para la al menos una portadora (bloque 320).

En un diseño del bloque 316, el planificador puede redistribuir los márgenes de potencia solicitados de manera no uniforme a lo largo de la pluralidad de portadoras. Por ejemplo, el planificador puede redistribuir los márgenes de potencia solicitados en la pluralidad de portadoras basándose en las condiciones de canal de la pluralidad de portadoras y puede asignar mayores márgenes de potencia a las portadoras que tienen mejores condiciones de canal.

En un diseño específico del bloque 316, el planificador puede redistribuir los márgenes de potencia solicitados a lo largo de la pluralidad de portadoras basándose en el algoritmo de llenado de agua y, además, en una función de capacidad de la velocidad de transmisión de datos frente al margen de potencia. La función de capacidad puede aproximarse con una función discreta y/o la derivada parcial de la función de capacidad puede aproximarse con otra función discreta. El planificador puede seleccionar una asignación de una pluralidad de asignaciones posibles basándose en un conjunto de condiciones para el algoritmo de llenado de agua como se muestra, por ejemplo, en las ecuaciones (28) a (36). Después, el planificador puede redistribuir los márgenes de potencia solicitados en la pluralidad de portadoras según la asignación seleccionada. El planificador también puede llevar a cabo el algoritmo de llenado de agua de otra manera, como se ha descrito anteriormente.

En otro diseño específico del bloque 316, el planificador puede redistribuir los márgenes de potencia solicitados a lo largo de la pluralidad de portadoras basándose en el algoritmo de llenado voraz. El planificador puede ordenar la pluralidad de portadoras de mejor a peor basándose en las condiciones de canal de la pluralidad de portadoras. Después, el planificador puede seleccionar una portadora a la vez para asignar margen de potencia, empezando por la mejor portadora. El planificador puede asignar un máximo margen de potencia permitido como un margen de potencia redistribuido para la portadora seleccionada. Después, el planificador puede repetir las etapas de selección y de asignación hasta que se hayan utilizado completamente los márgenes de potencia solicitados o hasta que se haya asignado márgenes de potencia a todas las subportadoras.

En todos los diseños del bloque 316, el planificador puede limitar el margen de potencia redistribuido para cada portadora (i) al máximo margen de potencia para la velocidad de transmisión de datos más alta soportada por el sistema y/o (ii) al máximo margen de potencia determinado por la carga disponible en la portadora, por ejemplo como se muestra en las ecuaciones (13) y (14).

En un diseño del bloque 318, el planificador puede llevar a cabo una planificación por portadora para cada portadora por separado. El planificador puede asignar un margen de potencia concedido a cada portadora basándose en un margen de potencia redistribuido para la portadora.

En otro diseño del bloque 318, el planificador puede llevar a cabo una planificación por UE. El planificador puede

ordenar una pluralidad de UE que solicitan una transmisión de datos en el enlace ascendente basándose en las prioridades de los UE. El planificador puede seleccionar un UE a la vez para la planificación, empezando por el UE con la prioridad más alta. Después, el planificador puede asignar al UE seleccionado al menos un margen de potencia concedido para al menos una portadora.

5 En otro diseño adicional del bloque 318, el planificador puede llevar a cabo una planificación de redistribución iterativa y por UE. El planificador puede llevar a cabo una redistribución y una planificación en una pluralidad de iteraciones para una pluralidad de UE que solicitan una transmisión de datos en el enlace ascendente. En cada iteración, el planificador puede llevar a cabo la redistribución basándose en la carga disponible para cada una de la pluralidad de portadoras y puede llevar a cabo la planificación para el UE con la prioridad más alta en la iteración.

10 El planificador también puede llevar a cabo la planificación de otras maneras en el bloque 318. En todos los diseños, el planificador puede asignar al UE al menos un margen de potencia concedido para al menos una portadora basándose en los márgenes de potencia redistribuidos para la pluralidad de portadoras. Un margen de potencia concedido para una portadora dada puede ser mayor que un margen de potencia solicitado para la portadora.

La Figura 4 muestra el diseño de un proceso 400 para transmitir datos en un sistema de comunicaciones inalámbricas. El proceso 400 puede llevarse a cabo por un UE (como el descrito posteriormente) o por alguna otra entidad. El UE puede determinar márgenes de potencia solicitados para una pluralidad de portadoras, un margen de potencia solicitado para cada portadora (bloque 412). En un diseño, el UE puede distribuir una potencia de transmisión máxima para el UE de manera uniforme a lo largo de la pluralidad de portadoras para obtener una potencia de transmisión asignada para cada portadora, como se muestra, por ejemplo, en la ecuación (2). Después, el UE puede determinar un margen de potencia solicitado para cada portadora basándose en la potencia de transmisión asignada para la portadora, como se muestra, por ejemplo, en la ecuación (4). El UE también puede determinar los márgenes de potencia solicitados de otras maneras, como se ha descrito anteriormente.

El UE puede determinar información de cola que indica los datos a transmitir por el UE (bloque 414). El UE puede enviar los márgenes de potencia solicitados para la pluralidad de portadoras y la información de cola (bloque 416).
 25 En un diseño, el UE puede generar una pluralidad de solicitudes de recurso para la pluralidad de portadoras, una solicitud de recurso para cada portadora. La solicitud de recurso para cada portadora puede incluir el margen de potencia solicitado para la portadora. En un diseño, cada solicitud de recurso puede incluir además la información de cola. En otro diseño, solo una solicitud de recurso puede incluir la información de cola, e información adicional puede enviarse en cada solicitud de recurso que no incluya la información de cola.

30 El UE puede recibir al menos una concesión de recurso que comprende al menos un margen de potencia concedido para al menos una portadora entre la pluralidad de portadoras (bloque 418). El UE puede enviar datos en la al menos una portadora según el al menos un margen de potencia concedido (bloque 420).

La Figura 5 muestra el diseño de un proceso 500 para la planificación de transmisiones de datos en un sistema de comunicaciones inalámbricas. El proceso 500 puede llevarse a cabo por un planificador, el cual puede residir en una estación base/nodo B o en alguna otra entidad de red. El planificador puede recibir márgenes de potencia solicitados para una pluralidad de portadoras desde un UE, un margen de potencia solicitado para cada portadora (bloque 512). El planificador puede determinar la potencia de transmisión disponible total para la transmisión de datos en la pluralidad de portadoras por medio del UE (bloque 514). En general, la potencia de transmisión disponible total puede determinarse en función de los márgenes de potencia solicitados (si se reciben desde el UE) o en función de alguna otra información recibida desde el UE.

El planificador puede distribuir la potencia de transmisión disponible total de manera no uniforme a lo largo de la pluralidad de portadoras para obtener una potencia de transmisión disponible para cada portadora (bloque 516). Por ejemplo, el planificador puede distribuir la potencia de transmisión disponible total a lo largo de la pluralidad de portadoras basándose en un esquema de llenado de agua, en un esquema de llenado voraz o en algún otro esquema. El planificador puede distribuir la potencia de transmisión disponible total a lo largo de la pluralidad de portadoras basándose en las condiciones de canal de la pluralidad de portadoras y puede asignar más potencia de transmisión a portadoras con mejores condiciones de canal.

Después, el planificador puede planificar el UE para la transmisión de datos en el enlace ascendente basándose en la potencia de transmisión disponible para cada una de la pluralidad de portadoras (bloque 518). Por ejemplo, el planificador puede asignar una potencia de transmisión concedida para cada una de las al menos una portadora basándose en la potencia de transmisión disponible para la portadora. El planificador puede determinar un margen de potencia concedido para cada una de las al menos una portadora basándose en la potencia de transmisión concedida para la portadora (bloque 520). Después, el planificador puede enviar al UE información que indica el margen de potencia concedido para cada una de las al menos una portadora (bloque 522).

55 Las Figuras 3 y 5 muestran dos diseños de distribución/redistribución y de planificación de potencia de transmisión

por medio de un planificador. La distribución/redistribución y la planificación de potencia de transmisión también pueden llevarse a cabo de otra manera por parte del planificador.

5 Las técnicas descritas en este documento pueden utilizarse para varios sistemas y tecnologías de radio, como los mencionados anteriormente. Las técnicas pueden utilizarse para el acceso por paquetes de alta velocidad multiprotectora (HSPA) en 3GPP. HSPA incluye el acceso por paquetes de enlace descendente de alta velocidad (HSDPA) definido en la versión 5 de 3GPP, así como el acceso por paquetes de enlace ascendente de alta velocidad (HSUPA) definido en la versión 6 de 3GPP. HSDPA y HSUPA son conjuntos de canales y procedimientos que permiten la transmisión de datos por paquetes de alta velocidad en el enlace descendente y en el enlace ascendente, respectivamente. En HSPA, el UE 110 puede enviar solicitudes de recurso para las múltiples portadoras en un canal de control físico dedicado E-DCH (E-DPCCH). El UE 110 puede recibir concesiones absolutas para las múltiples portadoras en un canal de concesiones absolutas E-DCH (E-AGCH) y/o concesiones relativas en un canal de concesiones relativas E-DCH (E-RGCH). El UE 110 puede enviar datos en un canal de datos físico dedicado E-DCH (E-DPDCH) según las concesiones.

15 La Figura 6 muestra el diagrama de bloques de un diseño del UE 110 y del nodo B 120. En el UE 110, un procesador de transmisión 614 puede recibir datos desde una fuente de datos 612 e información de control (por ejemplo, solicitudes de recurso) desde un controlador/procesador 620. El procesador de transmisión 614 puede procesar (por ejemplo, codificar y mapear símbolos) los datos y la información de control, generar señales piloto para cada portadora, llevar a cabo una modulación (por ejemplo, para CDMA, etc.) y proporcionar muestras de salida. Un transmisor (TMTR) 616 puede acondicionar (por ejemplo, convertir a analógico, filtrar, amplificar y convertir de manera ascendente) las muestras de salida y generar una señal de enlace ascendente, que puede transmitirse a través de una antena 618.

25 En el nodo B 120, una antena 652 puede recibir las señales de enlace ascendente desde el UE 110 y otros UE, y puede proporcionar una señal recibida a un receptor (RCVR) 654. El receptor 654 puede acondicionar (por ejemplo, amplificar, filtrar, convertir de manera descendente y digitalizar) la señal recibida y proporcionar muestras de entrada. Un procesador de recepción 656 puede desmodular las muestras de entrada (por ejemplo, para CDMA, etc.) y puede desmodular y descodificar los símbolos resultantes para obtener los datos descodificados y la información de control enviados por el UE 110 y otros UE. El procesador de recepción 656 puede proporcionar los datos descodificados a un colector de datos 658 y la información de control descodificada a un controlador/procesador 660.

30 En el enlace descendente, un procesador de transmisión 674 en el nodo B 120 puede recibir datos para UE desde una fuente de datos 672 e información de control (por ejemplo, concesiones de recurso) desde el controlador/procesador 660. Los datos y la información de control pueden procesarse (por ejemplo, codificarse, mapearse por símbolos y modularse) por el procesador de transmisión 674 y acondicionarse adicionalmente por un transmisor 676 para generar una señal de enlace descendente, la cual puede transmitirse a través de la antena 652. En el UE 110, la señal de enlace descendente procedente del nodo B 120 puede recibirse mediante la antena 618, acondicionarse por un receptor 632 y desmodularse y descodificarse por un procesador de transmisión 634 para recuperar los datos y la información de control enviados al UE 110.

40 Los controladores/procesadores 620 y 660 pueden dirigir el funcionamiento del UE 110 y del nodo B 120, respectivamente. El procesador 620 y/u otros procesadores y módulos del UE 110 pueden llevar a cabo o dirigir el proceso 400 de la Figura 4 y/u otros procesos para las técnicas descritas en este documento. Un planificador 664 puede ser parte del nodo B 120, como se muestra en la Figura 6, puede planificar UE para la transmisión de datos en el enlace descendente y/o en el enlace ascendente, y puede asignar recursos a los UE planificados. El planificador 664 y/u otros procesadores y módulos del nodo B 120 pueden llevar a cabo o dirigir el proceso 300 de la Figura 3, el proceso 500 de la Figura 5 y/u otros procesos para las técnicas descritas en este documento. El planificador 664 también puede ser externo al nodo B 120 (no mostrado en la Figura 6). Memorias 622 y 662 pueden almacenar código y datos de programa en el UE 110 y en el nodo B 120, respectivamente.

50 Los expertos en la técnica entenderán que la información y las señales pueden representarse utilizando cualquiera de una variedad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, los datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos y fragmentos de información a los que puede haberse hecho referencia a lo largo de la anterior descripción pueden representarse mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, partículas o campos magnéticos, partículas o campos ópticos, o cualquier combinación de los mismos.

55 Los expertos en la técnica apreciarán además que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos con relación a la invención descrita en este documento pueden implementarse como hardware electrónico, como software informático, o como combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, varios componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos se han descrito anteriormente de manera genérica en lo que respecta a su funcionalidad. Si tal funcionalidad se implementa en hardware o en software depende de la aplicación particular y de las limitaciones de diseño impuestas

en el sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de diferentes maneras para cada aplicación particular, pero no debe interpretarse que tales decisiones de implementación suponen un alejamiento del alcance de la presente invención.

5 Los diversos circuitos, módulos y bloques lógicos ilustrativos descritos con relación a la invención descrita en este documento pueden implementarse o llevarse a cabo con un procesador de propósito general, con un procesador de señales digitales (DSP), con un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), con una matriz de puertas de campo programable (FPGA) o con otro dispositivo de lógica programable, puerta discreta o lógica de transistor, componentes de hardware discretos, o con cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en este documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier máquina de estados, microcontrolador, controlador o procesador convencionales. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

15 Las etapas de un procedimiento o algoritmo descritas con relación a la invención descrita en este documento pueden implementarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento a modo de ejemplo está acoplado al procesador de manera que el procesador puede leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede ser una parte integrante del procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. Como alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

25 En uno o más diseños a modo de ejemplo, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones pueden almacenarse o transmitirse como una o más instrucciones o como código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informáticos como medios de comunicación, incluyendo cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático desde un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que pueda accederse mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de manera limitativa, tales medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda utilizarse para transportar o almacenar medios de código de programa deseados en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda accederse mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial, o mediante un procesador de propósito general o de propósito especial. Además, cualquier conexión se denomina adecuadamente medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota utilizando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. Los discos, tal y como se utilizan en este documento, incluyen discos compactos (CD), discos de láser, discos ópticos, discos versátiles digitales (DVD), discos flexibles y discos *blue-ray*, donde los discos reproducen datos normalmente de manera magnética así como de manera óptica con láser. Las combinaciones de lo anterior también deben incluirse dentro del alcance de medio legible por ordenador.

45 La anterior descripción de la invención se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica pueda llevar a cabo o utilizar la invención. Diversas modificaciones de la invención resultarán fácilmente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en este documento pueden aplicarse a otras variaciones sin apartarse del alcance de la invención. Por tanto, la invención no pretende limitarse a los ejemplos y diseños descritos en este documento sino que se le concede el alcance más amplio compatible con los principios y características novedosas dados a conocer en este documento.

50

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (300) para planificar la transmisión de datos en un sistema de comunicaciones inalámbricas, que comprende:
 - 5 recibir (312) márgenes de potencia solicitados para una pluralidad de portadoras desde un equipo de usuario, UE, un margen de potencia solicitado para cada portadora, donde cada margen de potencia solicitado indica la potencia de transmisión que puede utilizar el UE para la transmisión en una portadora asociada;
 - 10 redistribuir (316) los márgenes de potencia solicitados a lo largo de la pluralidad de portadoras para obtener márgenes de potencia redistribuidos para la pluralidad de portadoras; y
 - planificar (318) el UE para la transmisión de datos en el enlace ascendente en función de los márgenes de potencia redistribuidos para la pluralidad de portadoras.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que los márgenes de potencia solicitados para la pluralidad de portadoras se obtienen por el UE distribuyendo una potencia de transmisión máxima para el UE de manera uniforme a lo largo de la pluralidad de portadoras.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la redistribución de los márgenes de potencia solicitados comprende redistribuir los márgenes de potencia solicitados a lo largo de la pluralidad de portadoras en función de las condiciones de canal de la pluralidad de portadoras, donde a las portadoras que tienen las mejores condiciones de canal se les asignan mayores márgenes de potencia.
4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la redistribución de los márgenes de potencia solicitados comprende redistribuir los márgenes de potencia solicitados a lo largo de la pluralidad de portadoras en función de la carga y de la carga objetivo de cada una de la pluralidad de portadoras.
5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la redistribución de los márgenes de potencia solicitados comprende redistribuir los márgenes de potencia solicitados a lo largo de la pluralidad de portadoras en función de un algoritmo de llenado de agua.
6. El procedimiento según la reivindicación 5, en el que la redistribución de los márgenes de potencia solicitados comprende redistribuir los márgenes de potencia solicitados a lo largo de la pluralidad de portadoras de acuerdo con, además, una función de capacidad de la velocidad de transmisión de datos frente al margen de potencia.
7. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que la función de capacidad se aproxima con una primera función discreta, o una derivada parcial de la función de capacidad se aproxima con una segunda función discreta, o ambos casos a la vez.
8. El procedimiento según la reivindicación 5, en el que la redistribución de los márgenes de potencia solicitados comprende:
 - 35 seleccionar una asignación de una pluralidad de asignaciones posibles en función de un conjunto de condiciones para un algoritmo de llenado de agua, y
 - redistribuir los márgenes de potencia solicitados a lo largo de la pluralidad de portadoras según la asignación seleccionada.
9. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la redistribución de los márgenes de potencia solicitados comprende redistribuir los márgenes de potencia solicitados a lo largo de la pluralidad de portadoras en función de un algoritmo de llenado voraz.
10. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la redistribución de los márgenes de potencia solicitados comprende:
 - 45 ordenar la pluralidad de portadoras de mejor a peor en función de las condiciones de canal de la pluralidad de portadoras,
 - seleccionar una portadora cada vez para asignar un margen de potencia, empezando por la mejor portadora de las múltiples portadoras,
 - 50 asignar un máximo margen de potencia permitido como un margen de potencia redistribuido para la portadora

seleccionada, y

repetir la selección y la asignación hasta que se hayan utilizado completamente los márgenes de potencia solicitados o hasta que se haya asignado márgenes de potencia a todas las subportadoras.

- 5 11. Un aparato para planificar la transmisión de datos en un sistema de comunicaciones inalámbricas, que comprende:
- 10 medios para recibir márgenes de potencia solicitados para una pluralidad de portadoras desde un equipo de usuario, UE, un margen de potencia solicitado para cada portadora, donde cada margen de potencia solicitado indica la potencia de transmisión que puede utilizar el UE para la transmisión en una portadora asociada;
- 15 medios para redistribuir los márgenes de potencia solicitados a lo largo de la pluralidad de portadoras para obtener márgenes de potencia redistribuidos para la pluralidad de portadoras; y
- 15 medios para planificar el UE para la transmisión de datos en el enlace ascendente en función de los márgenes de potencia redistribuidos para la pluralidad de portadoras.
12. El aparato según la reivindicación 11, en el que los medios de redistribución de los márgenes de potencia solicitados comprenden medios para redistribuir los márgenes de potencia solicitados a lo largo de la pluralidad de portadoras en función de las condiciones de canal de la pluralidad de portadoras, donde a las portadoras que tienen las mejores condiciones de canal se les asignan mayores márgenes de potencia.
- 20 13. El aparato según la reivindicación 11, en el que los medios de redistribución de los márgenes de potencia solicitados comprenden medios para redistribuir los márgenes de potencia solicitados a lo largo de la pluralidad de portadoras en función de un algoritmo de llenado de agua o de un algoritmo de llenado voraz.
14. El aparato según la reivindicación 11, en el que los medios de redistribución de los márgenes de potencia solicitados comprenden medios para limitar un margen de potencia redistribuido para cada portadora a un margen de potencia máximo para la velocidad de transmisión de datos más alta soportada por el sistema, o a un margen de potencia máximo determinado por la carga disponible en la portadora, o a ambos.
- 25 15. Un producto de programa informático, que comprende:
- 30 un medio legible por ordenador, que comprende:
- código para hacer que al menos un ordenador ejecute todas las etapas de un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

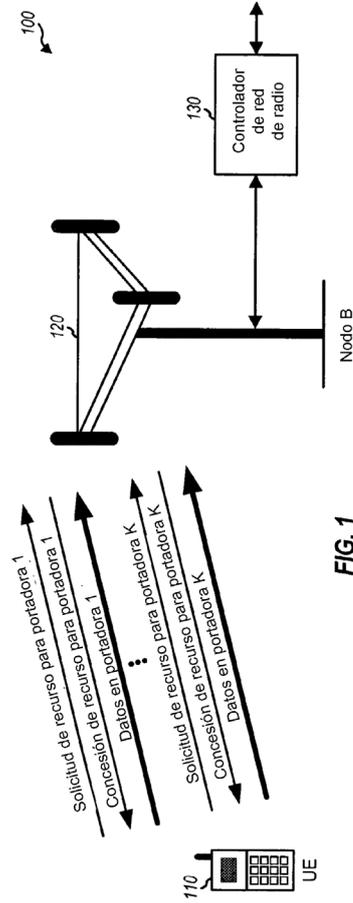


FIG. 1

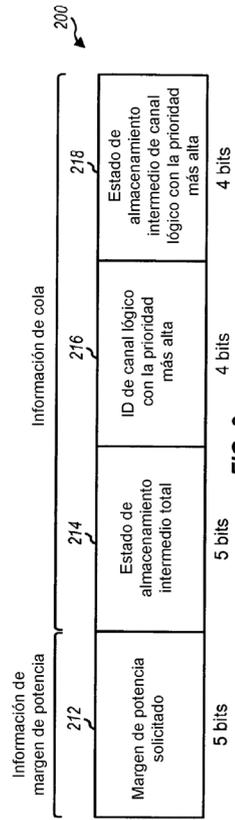


FIG. 2

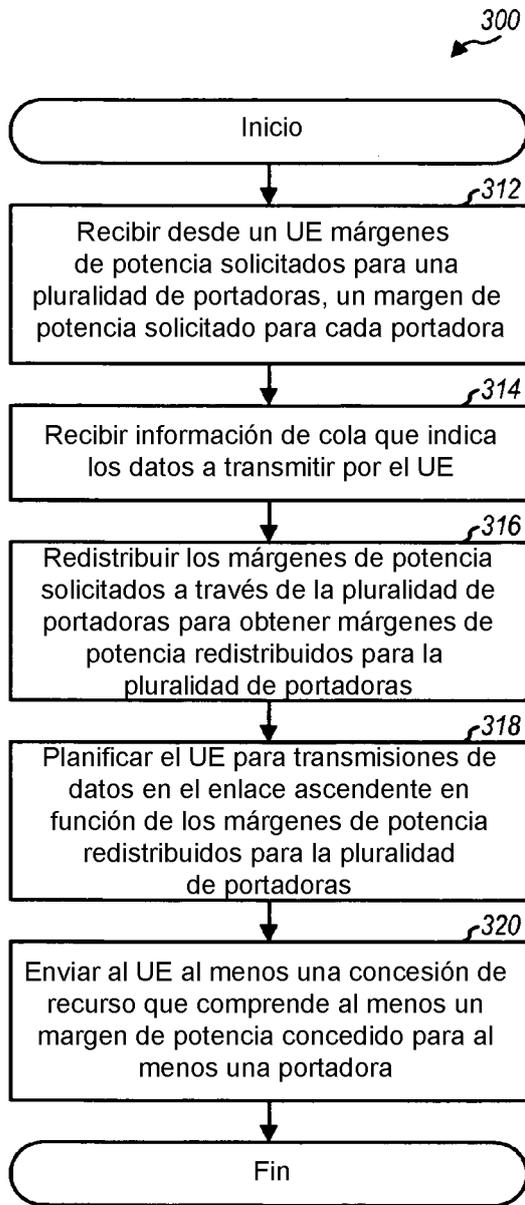


FIG. 3

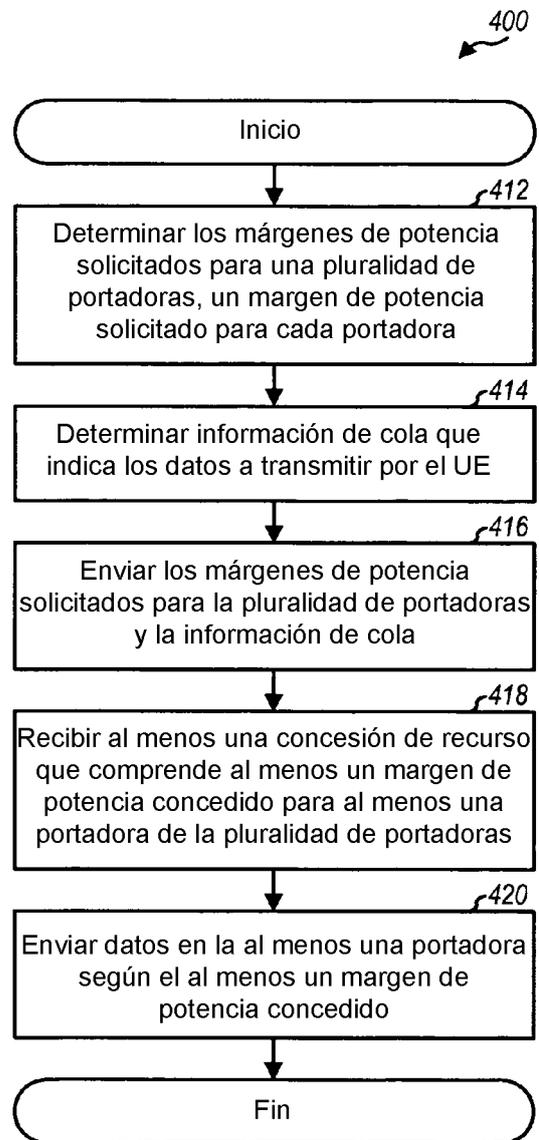


FIG. 4

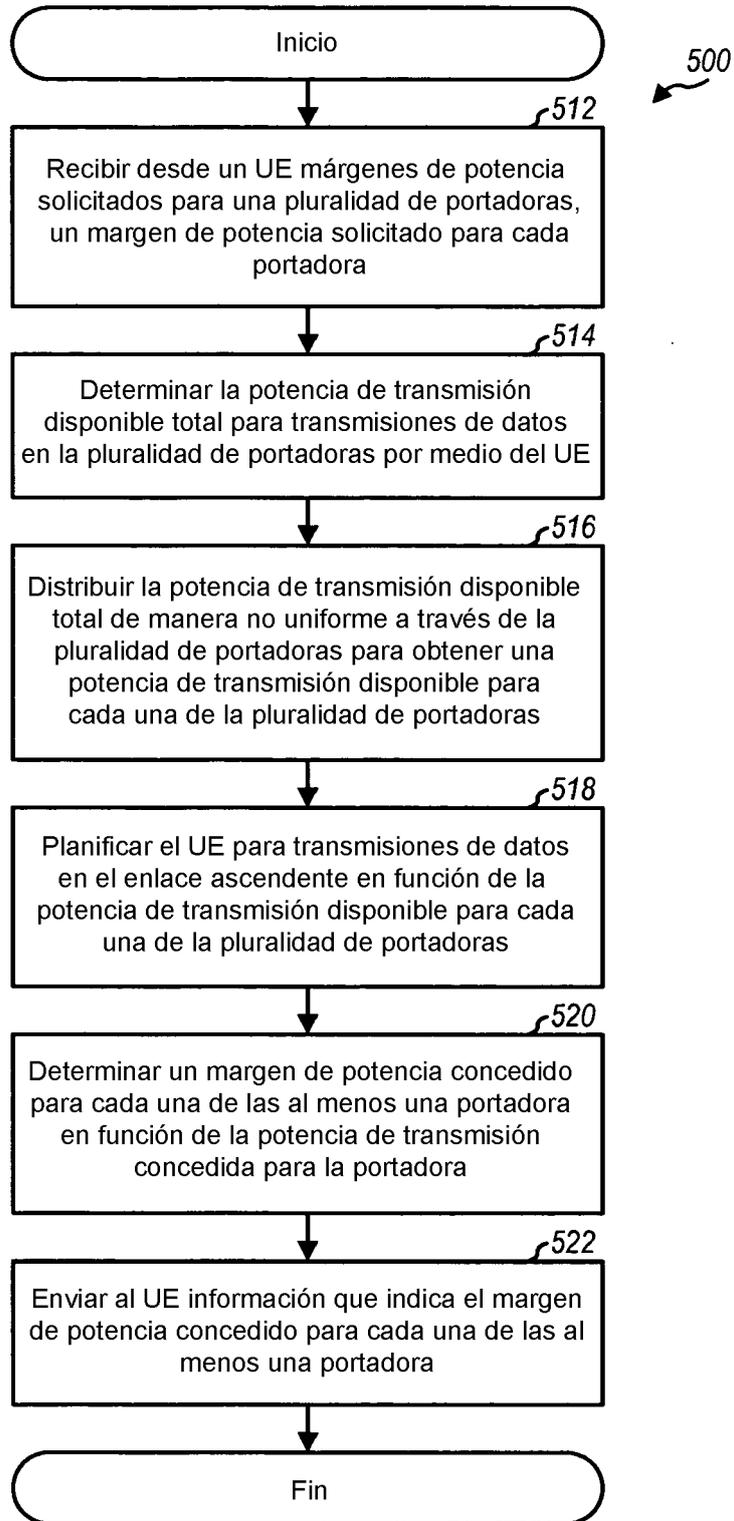


FIG. 5

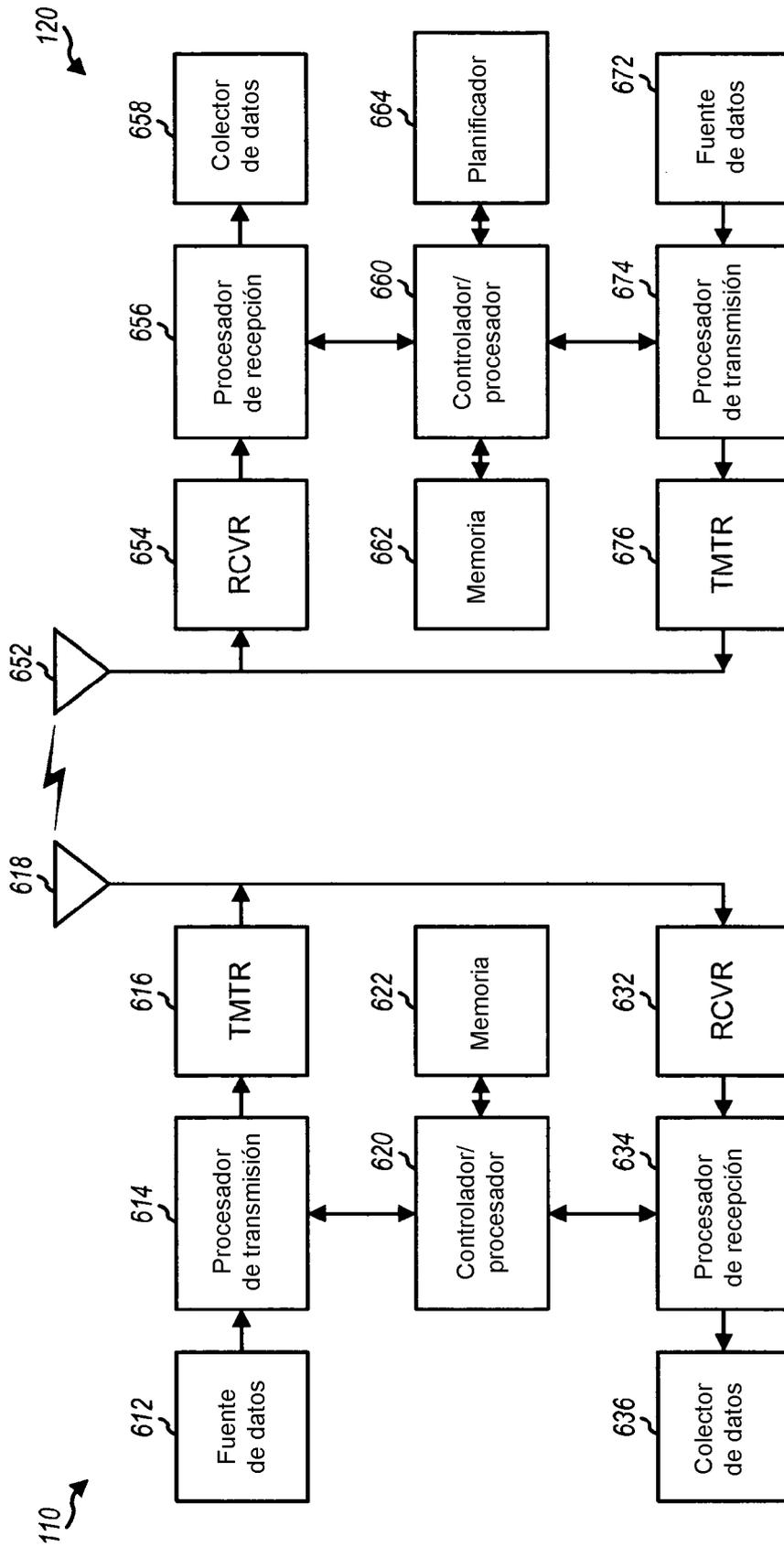


FIG. 6