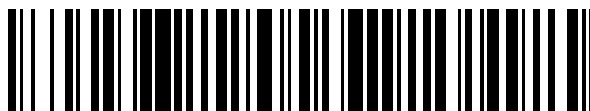


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 787 548**

51 Int. Cl.:

H04W 52/24 (2009.01)

H04W 52/34 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.01.2009** **PCT/US2009/032752**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2009** **WO09099975**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2009** **E 09707222 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020** **EP 2245888**

54 Título: **Asignación de potencia de transmisión entre dos o más portadoras asignadas a un dispositivo de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

01.02.2008 US 25687 P
29.01.2009 US 362435

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.10.2020

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
Attn: International IP Administration 5775
Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US

72 Inventor/es:

GHOSH, DONNA;
CHEN, QINGXIN;
LOTT, CHRISTOPHER, GERARD;
HU, JUN;
ATTAR, RASHID, AHMED, AKBAR y
WANG, KANG

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 787 548 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

Asignación de potencia de transmisión entre dos o más portadoras asignadas a un dispositivo de comunicación inalámbrica

[0001] La presente solicitud de patente reivindica la prioridad a la solicitud provisional n.º 61/025,687 titulada "METHOD AND APPARATUS FOR ESTIMATING IN EACH ALLOCATED FREQUENCY CHANNEL (CARRIER) A MAXIMUM DATA RATE AND ITS ASSOCIATED POWER BASED ON TOTAL POWER AVAILABLE AT THE ACCESS TERMINAL FOR MULTICARRIER UPLINK TRANSMISSIONS [PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA ESTIMAR EN CADA CANAL DE FRECUENCIA ASIGNADO (PORTADORA) UNA VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA DE DATOS MÁXIMA Y SU POTENCIA ASOCIADA EN BASE A LA ENERGÍA TOTAL DISPONIBLE EN EL TERMINAL DE ACCESO PARA TRANSMISIONES DE ENLACE ASCENDENTE MULTI-PORTADORA]" presentada el 1 de febrero de 2008 y asignada al cesionario de la misma.

Campo de divulgación

[0002] La presente divulgación se refiere, en general, a circuitos y, más específicamente, a un dispositivo de comunicación inalámbrica y a procedimientos para asignar potencia de transmisión entre dos o más portadoras adecuadas para la comunicación inalámbrica y otras aplicaciones.

Antecedentes

[0003] Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente implantados para proporcionar diversos tipos de contenido de comunicación, tales como voz, datos, etc. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple que pueden prestar soporte a una comunicación con múltiples usuarios mediante la compartición de los recursos de sistema disponibles (por ejemplo, ancho de banda y potencia de transmisión). Ejemplos de dichos 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 LTE de 3GPP y sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA).

[0004] En general, un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple puede dar soporte simultáneamente a la comunicación con múltiples terminales inalámbricos. Cada terminal se comunica con una o más estaciones base por medio de transmisiones en los enlaces directo e inverso. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicación desde las estaciones base hasta los terminales, y el enlace inverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicación desde los terminales hasta las estaciones base. Este enlace de comunicación puede establecerse por medio de un sistema de única entrada y única salida, un sistema de múltiples entradas y única salida o un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). Los sistemas MIMO emplean múltiples (NT) antenas transmisoras y múltiples (NR) antenas receptoras para la transmisión de datos. Un canal MIMO formado por las NT antenas transmisoras y las NR antenas receptoras puede descomponerse en NS canales independientes, que también se denominan canales o portadoras espaciales. Cada uno de los NS canales independientes corresponde a una dimensión. Estos sistemas multiportadora pueden proporcionar un rendimiento mejorado si se utilizan las dimensiones adicionales creadas por las múltiples antenas transmisoras y receptoras. Por ejemplo, a cada dispositivo se le pueden proporcionar dos o más frecuencias de portadora en las que transmitir información, lo que puede dar lugar a un mayor rendimiento y/o una mayor fiabilidad. Sin embargo, dichos sistemas multiportadora presentan desafíos técnicos significativos más allá de sus predecesores de una sola portadora. Uno de estos desafíos es la división de la potencia de transmisión entre las múltiples portadoras. Cada dispositivo móvil tiene una cantidad finita de potencia de transmisión disponible para datos de enlace ascendente y transmisiones de información de control que debe asignarse a las diversas portadoras que el dispositivo está usando. En un sistema de una sola portadora, no es necesaria tal asignación ya que la totalidad de la potencia de transmisión disponible podría aplicarse a la única portadora. En consecuencia, la asignación de la potencia de transmisión disponible no es una simple extensión de conceptos de única portadora a un sistema multiportadora. Se hace referencia al documento US2003/139196 que divulga la asignación de la potencia de transmisión total a los canales de transmisión en un sistema de comunicación multicanal.

[0005] Se hace referencia al documento US 2005/031047 (A1), que describe un sistema adaptativo de comunicación inalámbrica multiportadora, aparatos y procedimientos asociados.

[0006] También se hace referencia al documento WO 2007/120085 (A1), que describe un procedimiento de asignación de recursos en una red inalámbrica multiusuario. El procedimiento comprende las siguientes etapas: - realizar una planificación equitativa proporcional en el dominio de tiempo y frecuencia en base a la velocidad de bits para cada usuario y las mediciones de calidad de canal para cada porción por usuario; y - realizar una asignación de potencia de la siguiente manera: si la carga de tráfico está por encima de un umbral, asignar la potencia uniforme a todas las subportadoras, o si la carga de tráfico está por debajo del umbral, adaptar un esquema de asignación de potencia dependiente de canal.

BREVE EXPLICACIÓN

[0007] Los modos de realización ejemplares de la invención están dirigidos a sistemas y procedimientos para asignar potencia de transmisión entre dos o más portadoras como se define en las reivindicaciones independientes adjuntas. Los modos de realización de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

[0008] Un modo de realización se refiere a un procedimiento de asignación de potencia de transmisión entre dos o más portadoras asignadas a un dispositivo de comunicación inalámbrica. En este modo de realización, el procedimiento comprende: determinar una cantidad total de potencia de transmisión de datos disponible en el dispositivo de comunicación inalámbrica para la transmisión de datos a través de las portadoras; determinar una métrica de eficacia para cada portadora en base a las características de transmisión de la portadora; y asignar una parte de la potencia total de transmisión de datos a cada portadora en base a la métrica de eficacia de cada portadora.

[0009] Otro modo de realización se refiere a un dispositivo de comunicación inalámbrica para la comunicación con una red de comunicación a través de dos o más portadoras asignadas.

[0010] En este modo de realización, el dispositivo de comunicación inalámbrica comprende: lógica configurada para determinar una cantidad total de potencia de transmisión de datos disponible en el dispositivo de comunicación inalámbrica para la transmisión de datos a través de las portadoras; lógica configurada para determinar una métrica de eficacia para cada portadora en base a las características de transmisión de la portadora; y lógica configurada para asignar una parte de la potencia total de transmisión de datos a cada portadora en base a la métrica de eficacia de cada portadora.

[0011] Otro modo de realización se refiere a un dispositivo de comunicación inalámbrica para la comunicación con una red de comunicación a través de dos o más portadoras asignadas. En este modo de realización, el dispositivo de comunicación inalámbrica comprende: medios para determinar una cantidad total de potencia de transmisión de datos disponible en el dispositivo de comunicación inalámbrica para la transmisión de datos a través de las portadoras; medios para determinar una métrica de eficacia para cada portadora en base a las características de transmisión de la portadora; y medios para asignar una parte de la potencia total de transmisión de datos a cada portadora en base a la métrica de eficacia de cada portadora.

[0012] Otro modo de realización se refiere a un medio legible por ordenador que comprende código, que, cuando es ejecutado por un procesador, hace que el procesador realice operaciones para asignar potencia de transmisión entre dos o más portadoras asignadas a un dispositivo de comunicación inalámbrica. En este modo de realización, el medio legible por ordenador comprende: código para determinar una cantidad total de potencia de transmisión de datos disponible en el dispositivo de comunicación inalámbrica para la transmisión de datos a través de las portadoras; código para determinar una métrica de eficacia para cada portadora en base a las características de transmisión de la portadora; y código para asignar una parte de la potencia total de transmisión de datos a cada portadora en base a la métrica de eficacia de cada portadora.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0013] Los dibujos adjuntos se presentan para asistir en la descripción de los modos de realización de la invención y se proporcionan únicamente para la ilustración de los modos de realización y no para la limitación de los mismos.

La FIG. 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple de acuerdo con un modo de realización de la invención.

La FIG. 2 es un diseño de diagrama de bloques de un sistema transmisor AP y un sistema receptor AT en un sistema MIMO.

La FIG. 3 ilustra un diagrama de flujo para asignar potencia de transmisión entre múltiples portadoras de acuerdo con un modo de realización de la invención.

Las FIGS. 4A y 4B ilustran diagramas de bloques para asignar potencia de transmisión entre múltiples portadoras de una manera espectral eficiente de acuerdo con otros modos de realización de la invención.

La FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra la asignación de potencia de transmisión entre múltiples portadoras, donde una o más de las portadoras mantienen un margen de potencia adaptativo de acuerdo con un modo de realización de la invención.

La FIG. 6 es un diagrama de flujo para ajustar dinámicamente márgenes de potencia para una o más portadoras de acuerdo con un modo de realización de la invención.

La FIG. 7 ilustra un diagrama de flujo para asignar potencia de transmisión entre múltiples portadoras en las que una cantidad mínima de potencia se asigna a una o más de las portadoras.

5 La FIG. 8 ilustra un diagrama de flujo para asignar potencia de transmisión entre múltiples portadoras en las que se mantiene un margen de potencia y en las que se asigna una cantidad mínima de potencia a una o más de las portadoras.

10 La FIG. 9 es un diagrama de flujo que ilustra la reasignación de la potencia de transmisión entre múltiples portadoras de acuerdo con diversos modos de realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

15 **[0014]** Se divulgan aspectos de la invención en la siguiente descripción y en dibujos relacionados, orientados a modos de realización específicos de la invención. Pueden concebirse modos de realización alternativos sin apartarse del alcance de la invención. Adicionalmente, no se describirán con detalle elementos bien conocidos de la invención, o se omitirán para no oscurecer los detalles pertinentes de la invención.

20 **[0015]** El término "ejemplar" se usa en el presente documento para significar "que sirve de ejemplo, caso o ilustración". No ha de interpretarse necesariamente que cualquier modo de realización descrito en el presente documento como "ejemplar" sea preferente o ventajoso con respecto a otros modos de realización. Asimismo, el término "modos de realización de la invención" no requiere que todos los modos de realización de la invención incluyan la característica, ventaja o modo de funcionamiento analizados.

25 **[0016]** La terminología usada en el presente documento es con el propósito de describir modos de realización particulares y no está concebida para limitar los modos de realización de la invención. Como se usa en el presente documento, las formas en singular "un", "una", "el" y "la" están concebidas para incluir también las formas en plural, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos "comprende", "comprendiendo", "incluye" y/o "incluyendo", cuando se usan en el presente documento, especifican la presencia de características, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes indicados, pero no excluyen la presencia o adición de otra u otras características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

35 **[0017]** Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para diversas redes de comunicación inalámbrica, tales como redes de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), redes de Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA), redes de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA), redes FDMA Ortogonales (OFDMA), redes FDMA de Única Portadora (SC-FDMA), etc. Los términos "redes" y "sistemas" se usan a menudo de forma intercambiable. Una red CDMA puede implementar una tecnología de radio, tal como el Acceso Radioeléctrico Terrestre Universal (UTRA), cdma2000, etc. UTRA incluye CDMA de Banda Ancha (W-CDMA) y Baja Velocidad de Chip (LCR). cdma2000 abarca las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Una red TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM). Una red OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como UTRA Evolucionado (E-UTRA), IEEE 802.11, IEEE 802.16, IEEE 802.20, Flash-OFDMA, etc. UTRA, E-UTRA y GSM son parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). Evolución a Largo Plazo (LTE) es una próxima versión de UMTS que usa E-UTRA. UTRA, E-UTRA, GSM, UMTS y LTE se describen en documentos de una organización denominada "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP). cdma2000 se describe en documentos de una organización denominada "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación 2" (3GPP2). Estas diversas tecnologías y normas de radio son conocidas en la técnica.

50 **[0018]** Otra norma de telecomunicaciones ejemplar para la transmisión inalámbrica de datos a través de señales de radio que proporciona una plataforma ilustrativa para las siguientes descripciones es un sistema de Datos de Evolución o de Datos de Evolución Optimizados (que a menudo se abrevia como EV-DO, EVDO o EV). EV-DO utiliza técnicas de multiplexación (por ejemplo, CDMA y FDD) para maximizar la cantidad de datos transmitidos. EV-DO está normalizado por el Proyecto de Colaboración de Tercera Generación 2 (3GPP2) como parte de la familia de normas CDMA2000. EV-DO ha sido adoptado por muchos proveedores de servicios de telefonía móvil en todo el mundo, particularmente aquellos que anteriormente empleaban redes CDMA. Existen diferentes revisiones o versiones de EV-DO. Por ejemplo, existen la Revisión 0, la Revisión A y Revisión B de EV-DO. Para mayor claridad, a continuación se describen determinados aspectos de las técnicas para EV-DO, y la terminología EV-DO se usa en gran parte de la siguiente descripción. Se apreciará que los procedimientos y aparatos descritos en el presente documento en el contexto de un sistema de comunicación inalámbrica que utiliza la Revisión B de EV-DO solo tienen fines ilustrativos. Dichas descripciones no pretenden limitar diversos modos de realización de la invención a ese esquema particular, ya que los mecanismos, técnicas, procedimientos y aparatos son igualmente aplicables a cualquier otro sistema de comunicación inalámbrica que implemente normas de telecomunicaciones que utilicen múltiples portadoras.

65 **[0019]** Además, muchos modos de realización se describen en lo que respecta a secuencias de acciones que

se van a realizar, por ejemplo, por elementos de un dispositivo informático. Se reconocerá que diversas acciones descritas en el presente documento se pueden realizar por circuitos específicos (por ejemplo, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC)), por instrucciones de programa ejecutadas por uno o más procesadores o por una combinación de ambas cosas. Adicionalmente, se puede considerar que estas secuencias de acciones descritas en el presente documento se incorporan por completo dentro de cualquier forma de medio de almacenamiento legible por ordenador que tenga almacenado en el mismo un conjunto correspondiente de instrucciones informáticas que, al ejecutarse, harán que un procesador asociado realice la funcionalidad descrita en el presente documento. Por tanto, los diversos aspectos de la invención pueden realizarse de varias formas diferentes, todas ellas contempladas dentro del alcance de la materia objeto reivindicada. Además, para cada uno de los modos de realización descritos en el presente documento, la forma correspondiente de cualquiera de dichos modos de realización se puede describir en el presente documento como, por ejemplo, "lógica configurada para" realizar la acción descrita.

[0020] Como se analizó en los antecedentes, los dispositivos móviles tienen una cantidad finita de potencia de transmisión disponible para datos de enlace ascendente y transmisiones de información de control. En los sistemas multiportadora, la potencia de transmisión total disponible debe asignarse a las diversas portadoras utilizadas por el dispositivo móvil. Sin embargo, la asignación de la potencia de transmisión se puede lograr de muchas maneras de acuerdo con compensaciones de rendimiento variables. Por consiguiente, a continuación se presentan mecanismos, técnicas, procedimientos y aparatos para estimar o determinar en cada canal de frecuencia asignado una velocidad máxima de transferencia de datos y su potencia asociada en base a la potencia total disponible en el dispositivo móvil para transmisiones de enlace ascendente multiportadora.

[0021] En la Revisión B de EV-DO, por ejemplo, una red de acceso (AN) puede asignar a un terminal de acceso (AT) múltiples canales de frecuencia (o portadoras) para datos de enlace ascendente (o enlace inverso) y transmisiones de información de control. Puesto que el amplificador de potencia del AT tiene una potencia de transmisión máxima, se necesita una técnica para dividir la potencia de transmisión entre las diferentes portadoras. Por consiguiente, en un sistema de Revisión B de EV-DO, los modos de realización de la invención proporcionan un algoritmo de estimación de margen de amplificación de amplificador de potencia (PA) basado en la potencia de transmisión total disponible en el AT (P_{max}) para determinar una asignación de potencia máxima sostenible de tráfico a señales piloto ($T2P$) en cada portadora r para transmisiones de datos ($T2P_P_{max_r}$). En general, el AT puede elegir una velocidad de transferencia de datos correspondiente a la potencia $T2P$ de transmisión ($TxT2P_r$) en una portadora r dada en función de la $T2P_P_{max_r}$ asignada.

[0022] La FIG. 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple de acuerdo con un modo de realización de la invención.

[0023] Como se muestra, un punto de acceso (AP) 100 incluye grupos de múltiples antenas; uno que incluye antenas 104 y 106, otro que incluye antenas 108 y 110, y uno adicional que incluye antenas 112 y 114. En la FIG. 1 solo se muestran dos antenas para cada grupo de antenas, aunque puede utilizarse un número mayor o menor de antenas en cada grupo de antenas. El AT 116 se comunica con las antenas 112 y 114, donde las antenas 112 y 114 transmiten información al terminal de acceso 116 a través del enlace directo 120 y reciben información desde el terminal de acceso 116 a través del enlace inverso 118. El terminal de acceso 122 está en comunicación con las antenas 106 y 108, donde las antenas 106 y 108 transmiten información al terminal de acceso 122 a través de un enlace directo 126 y reciben información desde el AT 122 a través del enlace inverso 124. En un sistema FDD, los enlaces de comunicación 118, 120, 124 y 126 pueden usar diferentes frecuencias para la comunicación. Por ejemplo, el enlace directo 120 puede usar una frecuencia diferente a la usada por el enlace inverso 118.

[0024] Cada grupo de antenas y/o el área en la que están diseñadas para comunicarse se denomina a menudo sector del punto de acceso. En el modo de realización de la FIG. 1, los diferentes grupos de antenas están diseñados para comunicarse con los AT en un sector dado cubierto por AP 100.

[0025] En la comunicación a través de los enlaces directos 120 y 126, las antenas transmisoras del AP 100 pueden utilizar conformación de haz para mejorar la relación de señal a ruido (SNR) de los enlaces directos para los diferentes AT 116 y 124. En general, un AP que usa conformación de haz para transmitir a los AT dispersados de forma aleatoria por su área de cobertura causa menos interferencia a los AT en células vecinas que un AP que transmite a través de una única antena a todos sus AT.

[0026] Un AP es, en general, una estación fija usada para la comunicación con los terminales, y puede denominarse también estación base, Nodo B o con alguna otra terminología. Un AT también puede denominarse estación móvil, equipo de usuario (UE), dispositivo de comunicación inalámbrica, terminal o con alguna otra terminología.

[0027] En referencia de nuevo a la FIG. 1, cada portadora de enlace inverso asignada a los AT 116, 122 tiene una señal piloto asociada a la misma. El AP 100 puede controlar de forma independiente el nivel de potencia de cada señal piloto enviando una serie de comandos de control de potencia inversa (RPC) (por ejemplo, aumentar,

disminuir, mantener) en los enlaces directos asociados al AT 116, 122 correspondiente. El AT 116, 122 intenta seguir los comandos RPC para mantener fiables las señales piloto, de lo contrario el AP 100 no descodificará apropiadamente los canales. Además, normalmente es deseable controlar la interferencia global de los múltiples AT 116, 122 en cada sector o cada celda mediante el uso de los comandos RPC ya que a medida que aumenta la interferencia, los usuarios frontera (es decir, los más alejados del AP 100) pueden quedarse sin potencia de transmisión disponible y ya no podrán seguir los comandos RPC emitidos por el AP 100. En este caso, los usuarios frontera ya no pueden participar en la comunicación con el AP 100 y el tamaño de célula se reduce, lo que limita el número de usuarios a los que la célula puede dar servicio, se malgastan recursos, etc.

[0028] La FIG. 2 es un diseño de un diagrama de bloques de un sistema transmisor de AP 210 y de un sistema receptor de AT 250 en un sistema MIMO 200.

[0029] En el AP 210 se proporcionan datos de tráfico para una pluralidad de flujos de datos desde una fuente de datos 212 hasta un procesador de datos de transmisión (TX) 214. De acuerdo con uno o más modos de realización, cada flujo de datos se transmite a través de una antena transmisora respectiva. El procesador de datos de TX 214 formatea, codifica e intercala los datos de tráfico para cada flujo de datos basándose en un esquema de codificación particular seleccionado para que ese flujo de datos proporcione datos codificados.

[0030] Los datos codificados para cada flujo de datos se pueden multiplexar con datos piloto usando técnicas OFDM en algunos modos de realización. Los datos piloto son típicamente un patrón de datos conocido que se procesa de una manera conocida y que se puede usar en el sistema receptor para estimar la respuesta de canal. A continuación, los datos piloto y codificados multiplexados para cada flujo de datos se modulan (es decir, se correlacionan con símbolos) en base a un esquema de modulación particular (por ejemplo, BPSK, QPSK, M-PSK o M-QAM) seleccionado para que ese flujo de datos proporcione símbolos de modulación. La velocidad de transferencia de datos, la codificación y la modulación para cada flujo de datos pueden determinarse mediante instrucciones realizadas por el procesador 230.

[0031] Los símbolos de modulación para todos los flujos de datos se proporcionan a continuación a un procesador MIMO de TX 220, que puede procesar adicionalmente los símbolos de modulación (por ejemplo, para OFDM). El procesador MIMO de TX 220 proporciona a continuación NT flujos de símbolos de modulación a NT transmisores (TMTR) 222a a 222t. En determinados modos de realización, el procesador MIMO de TX 220 aplica ponderaciones de conformación de haz a los símbolos de los flujos de datos y a la antena desde la cual se está transmitiendo el símbolo.

[0032] Cada transmisor 222 recibe y procesa un flujo de símbolos respectivo para proporcionar una o más señales analógicas, y acondiciona adicionalmente (por ejemplo, amplifica, filtra y aumenta en frecuencia) las señales analógicas para proporcionar una señal modulada adecuada para su transmisión a través del canal MIMO. NT señales moduladas de los transmisores 222a a 222t se transmiten a continuación desde NT antenas 224a a 224t, respectivamente.

[0033] En el sistema receptor 250, las señales moduladas transmitidas se reciben por NR antenas 252a a 252r, y la señal recibida desde cada antena 252 se proporciona a un receptor respectivo (RCVR) 254a a 254r. Cada receptor 254 acondiciona (por ejemplo, filtra, amplifica y reduce en frecuencia) una señal recibida respectiva, digitaliza la señal acondicionada para proporcionar muestras y procesa adicionalmente las muestras para proporcionar un flujo de símbolos "recibido" correspondiente.

[0034] A continuación, un procesador de datos de RX 260 recibe y procesa los NR flujos de símbolos recibidos desde NR receptores 254 en base a una técnica de procesamiento de receptor particular para proporcionar NT flujos de símbolos "detectados". A continuación, el procesador de datos de RX 260 desmodula, desintercala y descodifica cada flujo de símbolos detectado para recuperar los datos de tráfico para el flujo de datos. El procesamiento mediante el procesador de datos de RX 260 es complementario al realizado por el procesador MIMO de TX 220 y el procesador de datos de TX 214 en el AP 210.

[0035] Un procesador 270 determina periódicamente qué matriz de precodificación va a usar (analizado más adelante). El procesador 270 formula un mensaje de enlace inverso que comprende una parte de índice de matriz y una parte de valor de rango.

[0036] El mensaje de enlace inverso puede comprender diversos tipos de información con respecto al enlace de comunicación y/o al flujo de datos recibido. A continuación, el mensaje de enlace inverso se procesa mediante un procesador de datos de TX 238, que también recibe datos de tráfico para una pluralidad de flujos de datos desde una fuente de datos 236, se modula mediante un modulador 280, se acondiciona mediante transmisores 254a a 254r y se transmite de vuelta al AP 210.

[0037] En el AP 210, las señales moduladas desde el AT 250 son recibidas por antenas 224, acondicionadas por receptores 222, desmoduladas por un desmodulador 240 y procesadas por un procesador de datos de RX 242 para extraer el mensaje de enlace inverso transmitido por el sistema receptor 250. A continuación, el

procesador 230 determina qué matriz de precodificación va a usar para determinar las ponderaciones de conformación de haz y después procesa el mensaje extraído.

[0038] Como se analizó anteriormente con referencia a la FIG. 1, las intensidades de señal piloto se controlan y ajustan continuamente a lo largo de una llamada en función de condiciones de canal cambiantes. La potencia de transmisión de enlace inverso se controla mediante dos bucles de control de potencia, un bucle abierto y un bucle cerrado. El bucle abierto genera una estimación de la métrica de calidad de enlace inverso (por ejemplo, una pérdida de trayecto). La pérdida de trayecto estimada se convierte a continuación en una potencia de transmisión requerida (TxOpenLoopPwr) de acuerdo con otros factores, tales como la carga en el AP 210. La función del bucle cerrado es corregir la estimación del bucle abierto, que no tiene en cuenta los fenómenos inducidos por el entorno, tal como el ensombrecimiento y otras interferencias de usuario, para lograr una calidad de señal deseada (por ejemplo, relación de señal a ruido (SNR), controlada dinámicamente usando un bucle externo con un criterio de rendimiento, tal como mantener la PER objetivo en el canal de tráfico) en el AP 210. El objetivo se puede lograr midiendo la métrica de calidad del enlace inverso y notificando los resultados de la medición al AT 250. Por ejemplo, el AP 210 puede medir una señal de referencia (por ejemplo, una SNR piloto) transmitida a través del enlace inverso, y proporcionar retroalimentación (por ejemplo, comandos RPC) al AT 250, que determina el ajuste de potencia de transmisión de bucle cerrado (TxClosedLoopAdj) requerido. Tanto el control de potencia de bucle abierto como el de bucle cerrado son bien conocidos en la técnica, al igual que el control de potencia de bucle externo, por lo que aquí se omitirá una descripción adicional.

[0039] De acuerdo con diversos modos de realización de la invención, el AT 250 puede configurarse además para hacer uno o más de lo siguiente: asignar la potencia de transmisión total disponible a través de múltiples portadoras de enlace ascendente de forma eficiente para transmisiones de datos y de información de control, reasignar dinámicamente la potencia no usada entre las portadoras de enlace ascendente usando una métrica de calidad, mantener un margen de potencia adaptativo en cada portadora para seguir más eficazmente los comandos de control de potencia, garantizar una cantidad mínima de potencia a una o más portadoras de mayor prioridad y determinar una velocidad de transferencia de datos máxima y sostenible de enlace ascendente en cada portadora en base a la potencia disponible para la transmisión de datos en cada portadora. Cada una de las funciones anteriores se describirá en detalle a continuación.

Asignación de potencia de transmisión

[0040] De acuerdo con diversos modos de realización, un AT asigna su potencia de transmisión total finita (Pmax) a través de sus canales piloto, de información de control y de datos de enlace ascendente basándose en determinados criterios. El AT puede ser cualquiera de los AT 116, 122 descritos anteriormente con referencia a la FIG. 1, y puede configurarse como se ilustra en la FIG. 2, por ejemplo.

[0041] La FIG. 3 ilustra un diagrama de flujo para asignar potencia de transmisión entre múltiples portadoras de acuerdo con un modo de realización de la invención.

[0042] En el diseño de la FIG. 3, el AT simplemente divide la Pmax en partes iguales entre todas las portadoras. A partir de la potencia total Pmax, a cada canal piloto y de información de control se le asigna inicialmente una cantidad adecuada de potencia (bloque 310). La potencia restante (Pdata) (bloque 320) se divide en partes iguales entre los canales de datos de enlace inverso (bloque 330). Las ventajas de este diseño incluyen su relativa simplicidad, pero también hay inconvenientes obvios. La división equitativa de la potencia de transmisión en la FIG. 3 puede ser demasiado simplista en determinadas aplicaciones, ya que trata cada canal como igual cuando, de hecho, puede haber niveles de interferencia muy variables. Sin embargo, en el diseño de la FIG. 3, la potencia de transmisión total disponible se asigna a cada canal en un nivel común fijo. Este diseño no considera muchas de las compensaciones o complejidades que a menudo surgen cuando existen diferentes niveles de ruido en los diferentes canales asignados al AT.

[0043] Las velocidades de transferencia de datos, por ejemplo, típicamente no son lineales, lo que significa que se requieren cantidades de potencia desproporcionadamente mayores para mantener velocidades de transferencia de datos más altas. En consecuencia, aunque la interferencia en un canal dado puede ser relativamente baja, hacer funcionar ese canal a una velocidad de transferencia de datos más alta requiere más potencia para lograr la misma tasa de error de paquetes (es decir, el mismo rendimiento) que la que se requeriría para hacer funcionar ese canal a una velocidad de transferencia de datos más baja. Por lo tanto, distribuir la potencia de transmisión limitada de la misma manera, independientemente de las condiciones y/o requisitos de los canales individuales, puede malgastar potencia en los canales más ineficaces.

[0044] Las FIGS. 4A y 4B ilustran diagramas de bloques para asignar potencia de transmisión entre múltiples portadoras de una manera espectral eficiente de acuerdo con otros modos de realización de la invención.

[0045] En los diseños de las FIGS. 4A y 4B, el AT asigna potencia de transmisión de una manera espectral eficiente basándose en la energía por bit sobre la densidad espectral de potencia de interferencia (Eb/Nt) de cada canal. Eb/Nt representa el coste efectivo para transmitir un bit con una determinada tasa de error de

paquetes. Por lo tanto, al mejorar la eficacia E_b/N_t , el AT aumenta el número de bits que se pueden transmitir usando la cantidad fija de potencia de transmisión disponible P_{max} . El AT se beneficia al poder transmitir más datos, pero la red en su conjunto también se beneficia al causar menos interferencia a otros AT en la red para la misma cantidad de datos. Esto reduce eficazmente el coste de interferencia de las transmisiones de datos desde cada AT (por ejemplo, los AT 116, 122 de la FIG. 1).

[0046] Más específicamente, el AT obtiene una mejor eficacia E_b/N_t al favorecer las transmisiones de enlace ascendente en portadoras con mejores métricas de eficacia de portadora. Las métricas de eficacia de ejemplo incluyen la potencia de transmisión de piloto promedio, un bit de actividad inversa filtrado (FRAB), etc. A menudo es deseable filtrar la métrica de eficacia en un promedio a largo plazo para suavizar el ruido transitorio. El seguimiento de la interferencia a largo plazo a diferencia de la radiación de canal instantánea proporciona un funcionamiento más estable con menos oscilación. Procedimientos de filtrado de ejemplo incluyen un promedio de ventana móvil con una constante de tiempo de una longitud deseada, filtrado de respuesta infinita al impulso (IIR), etc. El filtrado relativamente pesado (por ejemplo, una ventana del orden de unos pocos segundos) puede permitir el seguimiento incluso de canales que se desvanecen de forma relativamente lenta.

[0047] Con referencia de nuevo a las FIGS. 4A y 4B, el AT asigna inicialmente potencia de P_{max} a cada canal piloto (bloques 410a y 410b) y a cada canal de información de control de acuerdo con sus respectivas potencias de transmisión (bloques 420a y 420b). La potencia de transmisión restante P_{data} está disponible para su asignación a través de los canales de datos de una manera eficiente E_b/N_t de acuerdo con la métrica de eficacia de cada canal de datos (por ejemplo, potencia de transmisión del canal piloto) (bloques 430a y 430b).

[0048] Por ejemplo, en un sistema EV-DO, un algoritmo de estimación de margen de PA de acuerdo con un modo de realización de la invención calcula la potencia de transmisión de datos total disponible P_{data} en el tiempo t , a través de todas las portadoras r en el conjunto de portadoras totales de datos de enlace ascendente M en el AT, de acuerdo con la ecuación 1:

$$(1) \quad P_{data}(t) = P_{max} - \sum_{r \in M} \{ p_{-r}(t) \times (1 + O_{-r}(t)) \},$$

donde P_{max} denota nuevamente la potencia de transmisión total máxima disponible en el AT, $p_{-r}(t)$ denota la potencia de transmisión de piloto promedio a largo plazo (por ejemplo, filtrada) (una métrica de eficacia de portadora de ejemplo) en la portadora r en el tiempo t , y $O_{-r}(t)$ denota la ganancia total de canal de información de control de enlace ascendente con respecto a la potencia piloto en la portadora r en el tiempo t . La ganancia de canal de información de control $O_{-r}(t)$ puede incluir, por ejemplo, la ganancia de canal de control de fuente de datos (DSC), la ganancia de canal de control de velocidad de datos (DRC), la ganancia de canal de indicador de velocidad inversa (RRI), el canal de ganancia de acuse recibo (ACK), etc.

[0049] En el diseño de la FIG. 4A, el AT asigna P_{data} inversamente proporcional a la métrica de eficacia de portadora promedio de cada canal (bloque 440a). Es decir, a cada portadora se le asigna una parte de P_{data} igual a la relación de la inversa de su métrica de eficacia de portadora y la suma de las inversas de todas las métricas de eficacia de portadora en todos los canales de datos. Siguiendo con el ejemplo del sistema EV-DO, el algoritmo de estimación de margen de PA calcula para cada portadora r en el conjunto de portadoras totales de datos de enlace ascendente M en el AT, una potencia de transmisión asignada P_{data_r} de acuerdo con la ecuación 2:

$$(2) \quad P_{data_r}(t) = P_{data}(t) \times \left\{ 1 / \left[\text{CarrierMetric}_{-r}(t) \times \left(\sum_{r \in M} 1 / \text{CarrierMetric}_{-r}(t) \right) \right] \right\},$$

donde $P_{data}(t)$ puede calcularse anteriormente en la ecuación 1 o en otra parte como se detalla en el presente documento, y $\text{CarrierMetric}_{-r}(t)$ indica la medida deseada de la eficacia de portadora. Efectivamente, el objetivo es asignar más potencia al canal de datos de una portadora con menor interferencia para que las transmisiones del AT sean más eficientes desde el punto de vista espectral. Las métricas de eficacia de portadora como la potencia de transmisión de piloto promedio o el bit de actividad inversa filtrado, por ejemplo, indican el nivel de interferencia en la portadora, por ejemplo, cuanto mayor sea la potencia de transmisión de piloto promedio, o el bit de actividad inversa filtrado, mayor será el nivel de interferencia en esa portadora. Por lo tanto, cuanto mayor sea la potencia de transmisión de piloto, o el bit de actividad inversa filtrado, menor será la potencia de canal de datos asignada en esa portadora para favorecer las transmisiones espectrales eficientes en el AT. La ecuación 2, por lo tanto, asigna potencia inversamente proporcional a la métrica de eficacia de portadora. Sin embargo, se apreciará que en algunos modos de realización, la métrica de eficacia de portadora seleccionada puede ser tal que un valor alto indique un nivel de interferencia bajo. En dichos modos de realización, la ecuación 2 se

modifica para asignar potencia directamente proporcional, y no inversamente proporcional, a la métrica de eficacia de portadora.

[0050] En el diseño de la FIG. 4B, el AT asigna Pdata de acuerdo con técnicas de llenado de agua en base a un coste estimado de potencia de transmisión por bit (TxPwr/Bit) (bloque 440b). Como se analiza anteriormente, el TxPwr/Bit depende de la velocidad de transferencia de datos a la que está funcionando el canal. En general, velocidades de transferencia de datos más altas requieren más potencia para lograr la misma tasa de error de paquetes (es decir, el mismo rendimiento). Volviendo nuevamente al sistema EV-DO de ejemplo, el TxPwr/Bit para un paquete dado k TxPwr/Bit k (es decir, la velocidad de transferencia de datos dada) en una portadora dada r en el tiempo t puede calcularse de acuerdo con la ecuación 3:

$$(3) \quad \text{TxPwr/Bit}_{k,r}(t) = p_r(t) \times \text{ChipRate} \times (\text{TermTarget}_k \times \text{TxT2P}_k) / (\text{PktSize}_k),$$

donde $p_r(t)$ denota nuevamente la potencia de transmisión de piloto promedio a largo plazo (por ejemplo, filtrada) (una métrica de eficacia de portadora de ejemplo) en la portadora r en el tiempo t, ChipRate denota el número de pulsos por unidad de tiempo en la que se transmite el código, TermTarget_k denota la duración de transmisión para el paquete k, TxT2P_k denota la transmisión T2P para el paquete k y PktSize_k denota el número de bits de información en el paquete k.

[0051] Con referencia de nuevo a la FIG. 4B, el AT en este diseño asigna Pdata de acuerdo con un esquema de llenado de agua en el dominio de coste TxPwr/Bit. En el diseño del esquema de llenado de agua de la FIG. 4B, Pdata se asigna de tal manera que la eficacia espectral aumenta a través de las transmisiones en todas las portadoras de enlace inverso asignadas al terminal. Cuanto menor sea el coste TxPwr/Bit, mejor será la eficacia espectral de esa portadora y menor será la interferencia observada por el terminal en esa portadora. El objetivo del algoritmo de llenado de agua es asignar potencia de manera que las portadoras con bajo Eb/Nt se llenen primero, y a continuación, si queda algo de potencia adicional, las portadoras con mayor Eb/Nt se llenan. La distribución de llenado de agua se describe, en general, por Robert G. Gallager, en "Information Theory and Reliable Communication", John Wiley and Sons, 1968, que se incorpora en el presente documento como referencia.

[0052] En algunos modos de realización, el AT usa una evaluación explícita del coste TxPwr/Bit para cada velocidad de transferencia de datos k en cada portadora r como se calcula en la ecuación 3 y se describió anteriormente. Sin embargo, en otros modos de realización, el AT puede usar una evaluación de coste TxPwr/Bit promedio, máximo o mínimo en todas las velocidades de transferencia de datos k en cada portadora r. El uso de estas medidas del coste TxPwr/Bit permite al usuario compensar la precisión deseada, los costes computacionales, la cobertura de la velocidad de transferencia de datos, etc.

[0053] Asignar potencia de transmisión inversamente proporcional a la métrica de eficacia de portadora promedio de cada portadora, como en el diseño de la FIG. 4A, da resultados aproximados para la eficacia Eb/Nt a un coste computacional relativamente bajo. Por ejemplo, cuando se usa la potencia de transmisión piloto promediada en el tiempo de cada portadora como métrica de eficacia, los cálculos incluyen un número relativamente pequeño de manipulaciones algebraicas basadas en valores de eficacia fácilmente disponibles. El asignar potencia de transmisión de acuerdo con el procedimiento de llenado de agua como en el diseño de la FIG. 4B es más preciso que el procedimiento inversamente proporcional de la FIG. 4A. Sin embargo, el aumento de la precisión es más intenso desde el punto de vista computacional. Por lo tanto, la elección del diseño es específica de la aplicación.

[0054] Otra ventaja de los diseños de las FIGS. 4A y 4B es que el AT realiza activamente un equilibrado de carga distribuida a través de sus portadoras sin una coordinación explícita del AP. El equilibrado de carga en este contexto se refiere a mantener el nivel de interferencia en todas las portadoras relativamente igual. Aquí, el AT tiene un conocimiento único de su propia potencia de transmisión de piloto, que es una estimación de cuánta interferencia hay en cada portadora. Por cada paquete, el AT que funciona de acuerdo con diversos modos de realización de la invención ayuda a equilibrar la carga entre portadoras al favorecer a las portadoras con menos interferencia. El AP también equilibra la carga, pero a una escala de tiempo mucho más larga (por ejemplo, escala de tiempo de llegada de llamadas). Al equilibrar sus propias portadoras, cada AT (por ejemplo, los AT 116, 122 de la FIG. 1) ayuda en el equilibrado de carga de red global.

[0055] La asignación de potencia de transmisión de acuerdo con uno o más modos de realización descritos en el presente documento proporciona una estimación de la cantidad de potencia de transmisión que asignar a cada portadora. Sin embargo, debido a la naturaleza variable en el tiempo de los canales de comunicación inalámbrica, estas estimaciones pueden volverse poco fiables con el tiempo. Por lo tanto, es deseable actualizar la asignación de potencia de transmisión periódicamente (bloques 480a y 480b). Si la potencia asignada se cambia con demasiada frecuencia, las transmisiones continuas pueden verse afectadas negativamente. Por otro lado, si se actualiza demasiado lentamente, la asignación de potencia será obsoleta con respecto a los niveles

de interferencia reales. En un modo de realización, la asignación de potencia de transmisión se actualiza con relativa frecuencia (por ejemplo, del orden de uno a dos milisegundos). Aquí, los valores instantáneos se filtran durante una constante de tiempo relativamente grande (por ejemplo, del orden de uno a dos minutos), y la asignación de potencia de transmisión filtrada final se usa para las transmisiones de canal de datos en cada portadora de enlace inverso.

Márgenes de potencia

[0056] En algunas aplicaciones, es deseable usar menos de la potencia de transmisión máxima disponible P_{max} . Como se analiza anteriormente con referencia a la FIG. 1, cada AT 116, 122 intenta seguir los comandos RPC recibidos desde el AP 100 para mantener fiables sus señales piloto. Sin señales piloto fiables, los canales no se descodificarán apropiadamente. Sin embargo, los canales son de naturaleza variable en el tiempo y los comandos RPC recibidos no son, en general, predecibles desde la perspectiva del AT. A veces, los comandos RPC indican al AT que disminuya la potencia de transmisión de una determinada portadora si las condiciones han mejorado y, a veces, que aumente la potencia de transmisión de esa portadora si el canal se desvanece a tiempo, etc. Si el AT usa toda su potencia de transmisión disponible P_{max} en cualquier instante dado, no podrá seguir un comando RPC de aumento porque no habrá potencia disponible para ello.

[0057] Para permitir cambiar las condiciones de canal, en algunos modos de realización el AT mantiene un margen de potencia de transmisión (TxPwrMargin) en una o más portadoras. El TxPwrMargin es una cantidad de potencia asignada a una portadora particular pero que no se usa realmente (al menos inicialmente) para la transmisión de datos. El TxPwrMargin es esencialmente potencia de reserva disponible para la portadora cuando es necesario seguir un comando RPC recibido o algún otro propósito.

[0058] La FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra la asignación de potencia de transmisión entre múltiples portadoras, donde una o más de las portadoras mantienen un margen de potencia adaptativo de acuerdo con un modo de realización de la invención.

[0059] Siguiendo los diseños de las FIGS. 4A y 4B, en el diseño de la FIG. 5 el AT asigna inicialmente potencia de P_{max} a cada canal piloto (bloque 510) y a cada canal de información de control de acuerdo con sus respectivas ganancias (bloque 520). Sin embargo, antes de asignar la potencia de transmisión a través de los canales de datos, en el diseño de la FIG. 5, el AT asigna inicialmente un margen de potencia adaptativo a una o más portadoras de la potencia de transmisión restante (bloque 522). El margen de potencia permite que la portadora siga los comandos RPC recibidos durante los datos en curso y las transmisiones de información de control, etc., como se analiza anteriormente. Una vez que se han asignado los márgenes de potencia, el AT asigna la potencia de transmisión de datos restante P_{data} entre las portadoras de datos de enlace ascendente de una manera eficiente de E_b/N_t de acuerdo con la métrica de eficacia de cada canal de datos usando cualquiera de las técnicas descritas anteriormente (bloques 530-580).

[0060] Por ejemplo, en un sistema EV-DO en el que una o más portadoras mantienen un margen de potencia TxPwrMargin, un algoritmo de estimación de margen de PA de acuerdo con un modo de realización de la invención calcula la potencia de transmisión de datos total disponible P_{data} en el tiempo t , en todas las portadoras r entre el conjunto de portadoras totales de datos de enlace ascendente M en el AT, de acuerdo con la ecuación 4:

$$(4) \quad P_{data}(t) = P_{max} - \sum_{r \in M} \{ \delta_{-r}(t) \times p_{-r}(t) \times (1 + O_{-r}(t)) \},$$

donde P_{max} denota nuevamente la potencia de transmisión total máxima disponible en el AT, $\delta_{-r}(t)$ denota el margen de reducción de potencia TxPwrMargin con respecto a la potencia piloto en la portadora r en el tiempo t , $p_{-r}(t)$ denota nuevamente la potencia de transmisión de piloto promedio a largo plazo (por ejemplo, filtrada) (una métrica de eficacia de portadora de ejemplo) en la portadora r en el tiempo t , y $O_{-r}(t)$ denota nuevamente la ganancia total de canal de información de control de enlace ascendente con respecto a la potencia piloto en la portadora r en el tiempo t . De nuevo, la ganancia de canal de información de control $O_{-r}(t)$ puede incluir, por ejemplo, la ganancia de canal DSC, la ganancia de canal DRC, la ganancia de canal RRI, la ganancia de canal ACK, etc. $P_{data}(t)$ está disponible para su asignación entre las portadoras de datos de enlace ascendente.

[0061] Se apreciará que no todas las portadoras necesitan mantener un margen de potencia en el diseño de la FIG. 5. Si una portadora particular no necesita o desea mantener un margen de potencia, $\delta_{-r}(t)$ puede establecerse en la unidad (es decir, 0 dB). En el límite donde ninguna de las portadoras r mantiene un margen de potencia, la ecuación 4 simplemente se reduce a la ecuación 3 descrita anteriormente.

[0062] El tamaño del TxPwrMargin en cada portadora determina el grado en que se pueden seguir futuros comandos RPC, pero también limita la velocidad de transferencia de datos a la que el AT puede transmitir al reducir la potencia de transmisión efectiva disponible en cualquier momento dado. En general, el aumento de TxPwrMargin aumenta la fiabilidad de la conexión, mientras que la reducción de TxPwrMargin aumenta la velocidad de transferencia de datos de enlace inverso permitida. En consecuencia, el AT intenta mantener un

margen de potencia suficiente en cada portadora para poder seguir los comandos RPC de manera fiable, pero lo suficientemente pequeño como para no limitar indebidamente la potencia de transmisión de datos y, por lo tanto, la velocidad de transferencia de datos permitida.

[0063] En un modo de realización, el AT elige un tamaño de TxPwrMargin fijo (por ejemplo, 3 dB, 10 dB, etc.) para su uso durante toda la duración de la llamada. El diseño del margen de potencia fijo es relativamente simple y de bajo coste, pero no realiza un seguimiento activo de las condiciones de canal, lo que puede dar lugar a ineficacias a medida que cambian las condiciones de canal. Naturalmente, elegir un margen de potencia que sea demasiado pequeño puede no ser suficiente para permitir que el AT siga comandos de aumento de RPC sucesivos si el canal se deteriora significativamente. Además, elegir un valor innecesariamente grande de TxPwrMargin limita el AT a una velocidad de datos conservadora de enlace inverso al tiempo que reduce el rendimiento del usuario y posiblemente disminuye la capacidad del enlace inverso. Si las condiciones de canal se vuelven más favorables durante la transmisión, por ejemplo, el canal puede mantener una velocidad de transferencia de datos más alta usando un margen más pequeño que el valor fijo elegido.

[0064] En consecuencia, en otros modos de realización, el AT ajusta dinámicamente el margen de potencia en base a las condiciones de canal actuales para hacerlo adaptativo en el tiempo.

[0065] La FIG. 6 es un diagrama de flujo para ajustar dinámicamente márgenes de potencia para una o más portadoras de acuerdo con un modo de realización de la invención.

[0066] Como se muestra, se selecciona un valor inicial de TxPwrMargin de acuerdo con las condiciones de canal esperadas (por ejemplo, $\delta_r(t)$ igual a 3 dB, 5 dB, etc.) (bloque 602), como en el diseño del margen de potencia estático. Desde su valor inicial, el TxPwrMargin se ajusta a través de una señal de retroalimentación por portadora, manteniéndose sensible a condiciones de canal individual.

[0067] En un modo de realización, la señal de retroalimentación incluye los controles de señal piloto TxOpenLoopPwr y TxClosedLoopAdj del control de potencia de bucle abierto y de bucle cerrado analizado anteriormente con referencia a la FIG. 2. Aquí, el AT determina un límite superior en la potencia de transmisión de piloto total (TxPilotUpperBound) por encima del cual el AT no podrá seguir los comandos RPC posteriores recibidos desde el AP 100 dado el valor actual del TxPwrMargin. TxPilotUpperBound se calcula como la suma de TxOpenLoopPwr, TxClosedLoopAdj y $\delta_r(t)$ (bloque 604). TxPilotUpperBound puede calcularse inicialmente en un instante dado en el tiempo y actualizarse periódicamente según se desee (bloque 612). En un modo de realización, TxPilotUpperBound se calcula una vez por duración promedio de transmisión de paquetes.

[0068] TxPwrMargin se ajusta comparando TxPilotUpperBound con la potencia de transmisión de piloto total TxPilot_r(t) (bloque 606). Este ajuste puede realizarse con bastante frecuencia, tal como una vez en cada ranura o una vez cada comando RPC. Si TxPilot_r(t) es mayor que TxPilotUpperBound, TxPwrMargin se incrementa en PwrMarginUpStep (bloque 608). Además, si el AT no puede seguir un comando RPC recibido para una portadora r particular, TxPwrMargin también se incrementaría en PwrMarginUpStep. De lo contrario, TxPwrMargin disminuye en PwrMarginDownStep (bloque 610). En un modo de realización, PwrMarginUpStep es 0,5 dB y PwrMarginDownStep es 0,05 dB. La proporción de PwrMarginUpStep y PwrMarginDownStep indica el porcentaje de tiempo que TxPilot_r(t) puede exceder a TxPilotUpperBound y proporciona un medio de control para ajustar el rendimiento del bucle TxPwrMargin. En algunos modos de realización, el valor de TxPwrMargin está además limitado entre un valor mínimo TxPwrMarginMin y un valor máximo TxPwrMarginMax. En un modo de realización, TxPwrMarginMin es 0 dB y TxPwrMarginMax es 6 dB. El TxPwrMargin actualizado está disponible para su uso en la asignación o reasignación de Pdata entre las múltiples portadoras, por ejemplo, ajustando $\delta_r(t)$ como en la ecuación 4.

[0069] En algunos modos de realización, TxPilot_r(t) es la potencia de transmisión de piloto instantánea en el tiempo t en la portadora r, mientras que en otros modos de realización TxPilot_r(t) es la potencia de transmisión de piloto máxima durante un período de tiempo en la portadora r. El valor máximo de potencia de transmisión de piloto se puede mantener en una ventana de tiempo deslizante. En un modo de realización, TxPilot_r(t) en cada portadora r en el tiempo t se determina sumando TxOpenLoopPwr r(t) y TxClosedLoopAdj_r(t) como se analiza anteriormente con referencia a la FIG. 2.

Asignación mínima garantizada

[0070] En algunas aplicaciones, es deseable asignar una cantidad mínima garantizada de potencia a una o más portadoras. Por ejemplo, en algunos sistemas, cada portadora de enlace inverso tiene una prioridad asociada a la misma, y el AT puede querer asegurarse de que la(s) portadora(s) de mayor prioridad tenga(n) una cantidad determinada de potencia asignada a la(s) misma(s). En algunos modos de realización, una portadora de alta prioridad es la portadora que transmite mensajes de señalización. En un sistema EV-DO, por ejemplo, una portadora de alta prioridad puede ser la portadora correlacionada con el flujo MAC 00, es decir, el flujo de señalización en RTCMAC que transporta los mensajes de señalización de manera inalámbrica. Aquí, el AT garantiza una cantidad mínima de transmisión T2P (TxT2Pmin) a cada portadora de alta prioridad. TxT2Pmin

puede configurarse por el AP. Por lo tanto, el AT puede mejorar la probabilidad de que la transmisión de mensajes de señalización tenga éxito al garantizar que una cantidad mínima de potencia de transmisión esté disponible para la(s) portadora(s) apropiada(s).

5 **[0071]** La FIG. 7 ilustra un diagrama de flujo para asignar potencia de transmisión entre múltiples portadoras en las que una cantidad mínima de potencia se asigna a una o más de las portadoras.

10 **[0072]** Siguiendo los diseños de las FIGS. 4A y 4B, en el diseño de la FIG. 5 el AT asigna inicialmente potencia de Pmax a cada canal piloto (bloque 710) y a cada canal de información de control de acuerdo con sus respectivas ganancias (bloque 720). Sin embargo, antes de asignar la potencia de transmisión a través de los canales de datos, en el diseño de la FIG. 7 el AT asigna inicialmente una cantidad mínima de potencia Pmin a cada portadora de alta prioridad s entre las portadoras totales de datos de enlace ascendente M a partir de la potencia de transmisión restante (bloque 724). Por lo tanto, el AT garantiza una potencia mínima (y, por lo tanto, una velocidad de transferencia de datos mínima) a una o más portadoras de alta prioridad, lo que garantiza que el AT pueda cerrar al menos un enlace. Después de que se haya asignado la potencia mínima garantizada, se calcula la cantidad de potencia de transmisión de datos restante Pdata (bloque 730), y se asigna entre las portadoras de datos de enlace ascendente de una manera eficiente Eb/Nt de acuerdo con la métrica de eficacia de cada canal de datos (bloques 740 - 780).

20 **[0073]** Por ejemplo, en un sistema EV-DO en el que una o más portadoras tienen asignada una potencia de transmisión mínima Pmin, un algoritmo de estimación de margen de PA de acuerdo con un modo de realización de la invención calcula la potencia de transmisión de datos total disponible Pdata en el tiempo t, en todas las portadoras r entre el conjunto de portadoras totales de datos de enlace ascendente M en el AT, de acuerdo con la ecuación 5:

$$25 \quad (5) \quad P_{data}(t) = P_{max} - \sum_{r \in M} \{p_r(t) \times (1 + O_r(t)) - P_{min_r}(t)\}$$

30 donde Pmax denota nuevamente la máxima potencia de transmisión total disponible en el AT, p_r(t) denota la potencia de transmisión de piloto promedio a largo plazo (por ejemplo, filtrada) (una métrica de eficacia de portadora de ejemplo) en la portadora r en el tiempo t, O_r(t) denota la ganancia total de canal de información de control de enlace ascendente con respecto a la potencia piloto en la portadora r en el tiempo t, y Pmin_r(t) denota la potencia mínima asignada a la portadora r en el tiempo t. De nuevo, la ganancia del canal de información de control O_r(t) puede incluir, por ejemplo, la ganancia de canal DSC, la ganancia de canal DRC, la ganancia de canal RRI, la ganancia de canal ACK, etc.

35 **[0074]** Para cada portadora que no tiene alta prioridad, Pmin_r(t) simplemente se establece en cero. En el límite donde ninguna de las portadoras r son portadoras de alta prioridad, la ecuación 5 simplemente se reduce a la ecuación 3 descrita anteriormente. Sin embargo, para cada portadora de alta prioridad s entre todas las portadoras r en el conjunto de portadoras totales de datos de enlace ascendente M, Pmin_r(t) se establece de acuerdo con la ecuación 6:

$$40 \quad (6) \quad P_{min_r}(t) = \delta_r(t) \times p_r(t) \times T_x T_2 P_{min},$$

45 donde $\delta_r(t)$ denota el margen de reducción de potencia con respecto a la potencia piloto en la portadora r en el tiempo t, p_r(t) denota la potencia de transmisión de piloto promedio a largo plazo (por ejemplo, filtrada) (una métrica de eficacia de portadora) en la portadora r en el tiempo t, y TxT2Pmin denota la cantidad mínima de transmisión T2P asignada a cada portadora de alta prioridad.

50 **[0075]** Una vez que se asigna Pmin a cada portadora de alta prioridad y se calcula la potencia de transmisión restante, Pdata se asigna entre las portadoras de datos de enlace ascendente de una manera eficiente Eb/Nt de acuerdo con la métrica de eficacia de cada canal de datos. Siguiendo el diseño de la FIG. 4A, por ejemplo, en un modo de realización, Pdata se asigna de manera inversamente proporcional a la métrica de eficacia de portadora promedio de cada canal. Sin embargo, a diferencia de la FIG. 4A, en este diseño la potencia mínima Pmin se asigna antes de que Pdata se divida entre las portadoras de datos de enlace ascendente individuales.

55 **[0076]** Siguiendo con el ejemplo del sistema EV-DO, el algoritmo de estimación de margen de PA calcula para cada portadora r en el conjunto de portadoras totales de datos de enlace ascendente M en el AT, una potencia de transmisión asignada Pdata_r de acuerdo con la ecuación 7:

$$(7) \quad P_{data_r}(t) = P_{min_r}(t) + P_{data}(t) \times \left(1 / \left(\text{CarrierMetric_r}(t) \times \left(\sum_{r \in M} 1 / \text{CarrierMetric_r}(t) \right) \right) \right),$$

donde $P_{min_r}(t)$ denota la potencia mínima asignada a la portadora r en el tiempo t , $P_{data}(t)$ se calcula anteriormente a partir de la ecuación 5, y $CarrierMetric_r(t)$ denota la medida deseada de la eficacia de portadora. Nuevamente, para cada portadora que no tenga alta prioridad, $P_{min_r}(t)$ es simplemente cero, y en el límite donde ninguna de las portadoras r son portadoras de alta prioridad, la ecuación 7 simplemente se reduce a la ecuación 2 descrita anteriormente. Se apreciará que la asignación de P_{data} se puede lograr de forma análoga al diseño de la FIG. 4B también asignando la potencia mínima P_{min} antes de que P_{data} se divida entre las portadoras de datos de enlace ascendente individuales.

[0077] Un experto en la técnica apreciará que los modos de realización descritos anteriormente con respecto a los márgenes de potencia y las asignaciones de potencia mínima garantizadas pueden combinarse en algunos diseños en los que una o más portadoras mantienen un margen de potencia y una asignación de potencia mínima de acuerdo con otros modos de realización de la invención.

[0078] La FIG. 8 ilustra un diagrama de flujo para asignar potencia de transmisión entre múltiples portadoras en las que se mantiene un margen de potencia y en las que se asigna una cantidad mínima de potencia a una o más de las portadoras.

[0079] Siguiendo los diseños de las FIGS. 4A, 4B, 5 y 7, en el diseño de la FIG. 8 el AT asigna inicialmente potencia de P_{max} a cada canal piloto (bloque 810) y a cada canal de información de control de acuerdo con sus respectivas ganancias (bloque 820). Antes de asignar la potencia de transmisión a través de los canales de datos, el AT asigna inicialmente un margen de reducción de potencia adaptativo a una o más portadoras de la potencia de transmisión restante (bloque 822) y una cantidad mínima de potencia P_{min} a cada portadora de alta prioridad s entre las portadoras totales de datos de enlace ascendente M de la potencia de transmisión restante (bloque 824). Después de los márgenes de potencia y las asignaciones de potencia mínima, se calcula la cantidad de potencia de transmisión de datos restante P_{data} (bloque 830), y se asigna entre las portadoras de datos de enlace ascendente de una manera eficiente E_b/N_t de acuerdo con la métrica de eficacia de cada canal de datos (bloques 840 - 880).

[0080] En un sistema EV-DO de ejemplo en el que a una o más portadoras se les asigna un margen de potencia y a una o más portadoras se les asigna una cantidad mínima garantizada de potencia, un algoritmo de estimación de margen de PA de acuerdo con un modo de realización de la invención calcula la potencia de transmisión de datos disponible total P_{data} en el tiempo t , en todas las portadoras r entre el conjunto de portadoras totales de datos de enlace ascendente M en el AT, de acuerdo con la ecuación 8:

$$(8) \quad P_{data}(t) = P_{max} - \sum_{r \in M} \{ \delta_r(t) \times p_r(t) \times (1 + O_r(t)) - P_{min_r}(t) \}$$

donde P_{max} denota nuevamente la potencia de transmisión total máxima disponible en el AT, $\delta_r(t)$ denota el margen de reducción de potencia con respecto a la potencia piloto en una portadora r en el tiempo t , $p_r(t)$ denota la potencia de transmisión de piloto promedio a largo plazo (por ejemplo, filtrada) (una métrica de eficacia de portadora de ejemplo) en la portadora r en el tiempo t , $O_r(t)$ denota la ganancia total de canal de información de control de enlace ascendente con respecto a la potencia piloto en la portadora r en el tiempo t , y P_{min} denota la potencia asignada mínima. De nuevo, la ganancia de canal de información de control $O_r(t)$ puede incluir, por ejemplo, la ganancia de canal DSC, la ganancia de canal DRC, la ganancia de canal RRI, la ganancia de canal ACK, etc.

[0081] El algoritmo de estimación de margen de PA calcula para cada portadora r en el conjunto de portadoras totales de datos de enlace ascendente M en el AT, una potencia de transmisión asignada P_{data_r} . En algunos modos de realización, el algoritmo de estimación de margen de PA calcula P_{data_r} como inversamente proporcional a una métrica de eficacia de portadora (por ejemplo, usando la ecuación 7 anterior). En otros modos de realización, el algoritmo de estimación de margen de PA calcula P_{data_r} de acuerdo con las técnicas de llenado de agua de la FIG. 4B anterior.

Reasignación de potencia de transmisión no usada

[0082] A medida que cambian las condiciones de canal, a determinadas portadoras se les puede asignar más potencia de transmisión de la que realmente usan. Por ejemplo, una portadora podría estar sujeta a desvanecimiento y experimentar una interferencia significativamente mayor a medida que pasa el tiempo. En algunos casos, la potencia de transmisión de una portadora dada puede estar limitada por la carga de enlace ascendente. En un sistema EV-DO, por ejemplo, un protocolo de control de acceso al medio de canal de tráfico inverso (RTTMAC) determina una asignación de potencia T2P en cada portadora r para transmisiones de datos (T2P_load_r) en función de la carga de enlace ascendente en cada portadora en cada sector de conjunto activo. A continuación, el AT elige una velocidad de transferencia de datos correspondiente a la potencia de transmisión T2P en una portadora dada r en base a la menor de las dos estimaciones de T2P (T2P_load_r o T2P_Pmax_r). Si la velocidad de datos está limitada por T2P_load_r, no se usa la potencia de transmisión asignada completa.

El AT solo podría tener una cantidad limitada de datos que transmitir, lo que tampoco requeriría la potencia de transmisión asignada completa. El AT también podría estar limitado por la velocidad de transmisión máxima disponible en una portadora, y no usar la potencia de transmisión asignada completa. Esto puede suceder, por ejemplo, cuando el AT está muy cerca del AP, lo que requiere una potencia de transmisión relativamente menor para cada portadora, lo que permite que el AT transmita a velocidades muy altas. En cualquiera de estos casos, el exceso de potencia de transmisión asignada se malgasta en una portadora que no puede usarlo.

[0083] En consecuencia, esta parte de la divulgación proporciona técnicas para reasignar de forma adaptativa la potencia no utilizada entre las portadoras después de una asignación inicial.

[0084] La FIG. 9 es un diagrama de flujo que ilustra la reasignación de la potencia de transmisión entre múltiples portadoras de acuerdo con diversos modos de realización de la invención.

[0085] Como se muestra, el AT asigna inicialmente una determinada cantidad de potencia inicial a una portadora dada (por ejemplo, de acuerdo con uno o más de los modos de realización presentados anteriormente) (bloque 902). A continuación, el AT determina cuánta potencia se está usando realmente en cada portadora en base a una métrica de uso de energía UsageMetric (bloque 904). UsageMetric se filtra a lo largo del tiempo para evitar oscilaciones transitorias y proporcionar un incremento más suave de la reasignación (bloque 906). Por ejemplo, si el AT quita agresivamente la potencia no usada de determinadas portadoras, pueden surgir oscilaciones de comportamiento transitorias ineficientes en las que una gran cantidad de potencia se quita de una portadora particular, solo para ser devuelta en la reasignación posterior. Estas oscilaciones también pueden hacer que el esquema de bucle de control de potencia se distorsione. El filtrado se puede lograr mediante una cualquiera de las técnicas descritas anteriormente (por ejemplo, filtrado IIR de un solo polo, promedio de ventanas móviles, etc.).

[0086] En base a la UsageMetric determinada para cada portadora, el AT calcula cualquier potencia adicional Pextra disponible en las portadoras (bloque 908). Cuando hay energía adicional disponible (bloque 910), se reasigna a otras portadoras de manera proporcional a las asignaciones iniciales (bloque 912). De lo contrario, se conservan las asignaciones de potencia iniciales (bloque 914). La reasignación de acuerdo con las proporciones iniciales reduce la frecuencia con la que se necesitan asignaciones iniciales completas (bloque 916).

[0087] Por ejemplo, en un sistema EV-DO, el AT usa UsageMetric_r(t) como un indicador del uso actual de RTCMAC T2P en una portadora r en el tiempo t. UsageMetric_r(t) puede ser una de las variables de estado definidas en la norma 3GPP2 1xEV-DO RevB, por ejemplo, T2Poutflow, FRAB, T2Pinflow sumado en todos los flujos RTCMAC, T2POutflow sumado en todos los flujos RTCMAC o SumPotentialT2POutflow. El AT calcula el uso de potencia actual Prab_r(t) en una portadora r en el tiempo t de acuerdo con la ecuación 9:

$$(9) \quad \text{Prab}_r(t) = p_r(t) \times \text{UsageMetric}_r(t),$$

donde nuevamente p_r(t) denota la potencia de transmisión de piloto promedio a largo plazo (por ejemplo, filtrada) (una métrica de eficacia de portadora de ejemplo) en la portadora r en el tiempo t.

[0088] A partir de Prab_r(t), el AT calcula la potencia adicional no usada Pextra(t) en el tiempo t en todas las portadoras r en el conjunto de portadoras de datos totales de enlace ascendente M en el AT, según la ecuación 10:

$$(10) \quad \text{Pextra}(t) = \text{Pdata}(t) - \sum_{r \in M} \{ \text{Pdata}_r(t) + \sum_{r \in M} (\text{Pdata}_r(t) - \text{Prab}_r(t))$$

},

donde Pdata(t) es la potencia de transmisión disponible para todos los canales de datos y Pdata_r(t) es la potencia de transmisión disponible para la portadora r.

[0089] Pextra(t) se redistribuye entre las portadoras r calculando una asignación de potencia ajustada Pdata_r(t) en cada portadora r de acuerdo con la ecuación 11:

$$(11) \quad \text{Pdata}_r(t) = \text{Prab}_r(t) + (\alpha_r(t) / (\sum_{j \in M} \alpha_j(t))) \times \text{Pextra}(t),$$

donde α_r(t) denota la proporción entre Pdata_r(t) y Pdata(t). Por ejemplo, α₁(t) se puede calcular como la proporción entre Pdata₁(t) y la suma de Pdata₁(t), Pdata₂(t), etc., hasta Pdata_R(t). De esta manera, la reasignación conserva la proporcionalidad de la asignación inicial.

[0090] La reasignación se realiza periódicamente en una escala de tiempo menor que la asignación inicial descrita anteriormente para ajustar dinámicamente la potencia de transmisión en cada portadora entre asignaciones completas. La frecuencia real con la que se realiza la reasignación es específica de la aplicación, pero lo suficientemente frecuente como para dar cuenta de los comandos RPC cambiantes del AP y, por lo tanto, la potencia piloto cambiante de cada portadora.

[0091] Volviendo al ejemplo del sistema EV-DO, su enlace inverso CDMA se divide típicamente en tres entrelazados, cada entrelazado formado por cuatro ranuras. Aquí, el AT transmite una vez en cada entrelazado (es decir, una vez cada cuatro ranuras) y transmite un subpaquete completo durante toda la duración de subtrama (es decir, en las cuatro ranuras completas). El AT recibe comandos de control de potencia de bucle cerrado cada cuatro ranuras y ejecuta un algoritmo de control de potencia de bucle abierto una vez por cada ranura. Por lo tanto, la potencia piloto puede cambiar de una ranura a otra. Por consiguiente, en un modo de realización, la reasignación se realiza en cada tiempo de transmisión, es decir, en cada subtrama o ranura.

Velocidad de transferencia de datos

[0092] Una vez que la potencia de transmisión se ha asignado adecuadamente de acuerdo con una o más de las técnicas descritas anteriormente, el AT puede determinar una asignación de potencia T2P máxima sostenible en la portadora r en el tiempo t para transmisiones de datos ($T2P_Pmax_r(t)$). A partir de $T2P_Pmax_r(t)$, el AT puede determinar la velocidad de transferencia de datos máxima sostenible en cada portadora r en el tiempo t . Para garantizar aún más la eficacia energética del sistema, $Pdata_r(t)$ puede limitarse a la cantidad necesaria para mantener la velocidad de datos máxima determinada, y cualquier potencia asignada pero no usada en una portadora particular puede reasignarse de acuerdo con las técnicas presentadas en el presente documento.

[0093] En un sistema EV-DO de ejemplo, el AT determina $T2P_Pmax_r(t)$ de acuerdo con la ecuación 12:

$$(12) \quad T2P_Pmax_r(t) = Pdata_r(t) / (\delta_r(t) \times TxPilotPower_r(t)) - O_r(t) - 1,$$

donde $Pdata_r(t)$ denota la potencia total asignada a una portadora r en el tiempo t para las transmisiones de datos, $\delta_r(t)$ denota el margen de reducción de potencia con respecto a la potencia piloto en la portadora r en el tiempo t , $TxPilotPower_r(t)$ denota la potencia de transmisión de piloto instantánea en la portadora r en el tiempo t , y $O_r(t)$ denota la ganancia total de canal de información de control de enlace ascendente con respecto a la potencia piloto en la portadora r en el tiempo t . De nuevo, la ganancia de canal de información de control $O_r(t)$ puede incluir, por ejemplo, la ganancia de canal DSC, la ganancia de canal DRC, la ganancia de canal RRI, la ganancia de canal ACK, etc.

[0094] A continuación, el AT determina la velocidad máxima sostenible de transferencia de datos en cada portadora r en el tiempo t eligiendo un tamaño de paquete y un objetivo de terminación del atributo PowerParameters configurado por el AP (como se define en las normas 3GPP2) que corresponde a la velocidad de transferencia de datos más grande a la que la transmisión T2P $TxT2P$ sigue siendo menor que o igual a $T2P_Pmax_r(t)$.

[0095] Debido a que las velocidades de transferencia de datos son valores discretos, a una portadora particular se le puede asignar más potencia de la necesaria para su velocidad de transferencia de datos, pero no suficiente potencia para permitirle transmitir a la siguiente velocidad de transferencia de datos más alta. Por lo tanto, la potencia asignada entre las dos velocidades de datos no puede ser utilizada por esa portadora. Por consiguiente, en algunos modos de realización, el AT restringe $Pdata$ para una portadora dada de ser mayor que lo requerido para transmitir a la velocidad máxima determinada de transferencia de datos. Por ejemplo, si se asigna potencia adicional a esa portadora, se puede reasignar a otras portadoras de acuerdo con las técnicas de reasignación presentadas en el presente documento.

[0096] Los expertos en la técnica apreciarán que la información y las señales se pueden representar usando cualquiera de una variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos y segmentos que se pueden haber referenciado a lo largo de la descripción anterior se pueden representar mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos o cualquier combinación de los mismos.

[0097] También se apreciará que, aunque se han presentado varias técnicas en el presente documento en el contexto de la Revisión B de 1xEV-DO multiportadora, estas técnicas también se pueden aplicar a otros sistemas multiportadora conocidos, tales como WCDMA y HSUPA, por ejemplo.

[0098] Además, los expertos en la técnica apreciarán que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos, descritos en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento, se pueden implementar como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito

diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos, en general, en lo que respecta a su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software depende de la solicitud y de las restricciones de diseño particulares impuestas al sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de formas distintas para cada aplicación particular, pero no debería interpretarse que dichas decisiones de implementación suponen apartarse del alcance de la presente invención.

[0099] Los procedimientos, las secuencias y/o los algoritmos descritos en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento se pueden realizar directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de ambas cosas. Un módulo de software puede residir en una memoria RAM, en una memoria flash, en una memoria ROM, en una memoria EPROM, en una memoria EEPROM, en registros, en un disco duro, en un disco extraíble, en un CD-ROM o en cualquier otro tipo de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento ejemplar está acoplado al procesador de modo que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador.

[0100] En consecuencia, un modo de realización de la invención puede incluir un medio legible por ordenador que incorpore un procedimiento para asignar potencia de transmisión entre dos o más portadoras en un dispositivo de comunicación inalámbrica. En consecuencia, la presente invención no se limita a los ejemplos ilustrados, y cualquier medio para realizar la funcionalidad descrita en el presente documento se incluye en los modos de realización de la invención.

[0101] Si bien la divulgación precedente muestra modos de realización ilustrativos de la invención, cabe destacar que diversos cambios y modificaciones podrían realizarse en el presente documento sin apartarse del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas. Las funciones, etapas y/o acciones de las reivindicaciones de procedimiento, de acuerdo con los modos de realización de la invención, descritos en el presente documento, no necesitan realizarse en ningún orden particular. Además, aunque los elementos de la invención puedan describirse o reivindicarse en singular, se contempla el plural a menos que se indique explícitamente la limitación al singular.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de asignación de potencia de transmisión entre dos o más portadoras asignadas a un dispositivo de comunicación inalámbrica, el procedimiento que comprende:

determinar una cantidad total de potencia de transmisión de datos disponible en el dispositivo de comunicación inalámbrica (116, 122) para la transmisión de datos a través de las portadoras;

determinar una métrica de eficacia para cada portadora en base a las características de transmisión de la portadora;

asignar (724) una cantidad mínima garantizada de la potencia total de transmisión de datos a una o más portadoras; y

asignar (740) una parte de la potencia total de transmisión de datos restante a cada portadora en base a la métrica de eficacia de cada portadora.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la métrica de eficacia indica el nivel de interferencia y la condición de canal en una portadora dada.

3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que la asignación es inversamente proporcional al nivel de interferencia en cada portadora.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la métrica de eficacia es una medida de la potencia usada en la transmisión de cada bit de datos en una portadora dada, realizándose la asignación de acuerdo con un algoritmo de llenado de agua, en el que preferentemente el algoritmo de llenado de agua asigna partes más grandes de la potencia total de transmisión de datos a portadoras que usan relativamente menos potencia en transmitir cada bit de datos.

5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la métrica de eficacia se basa en uno de entre una potencia de transmisión de piloto promedio para una portadora dada y un bit de actividad inversa filtrado para la portadora dada.

6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la asignación (740) se realiza periódicamente.

7. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

asignar (822) potencia de transmisión adicional a una o más portadoras como un margen de potencia para ayudar a seguir los comandos de control de potencia, en el que preferentemente cada margen de potencia se ajusta dinámicamente en base a las condiciones de canal actualizadas.

8. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

asignar (740) al menos una cantidad mínima de potencia de transmisión a una o más de las portadoras antes de asignar la potencia total de transmisión de datos a cada portadora, siendo la cantidad mínima de potencia de transmisión suficiente para mantener una velocidad de transferencia de datos mínima deseada en la portadora.

9. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

determinar (904) una métrica de uso para cada portadora correspondiente a una cantidad de potencia que se está usando en la portadora;

determinar (908) una cantidad de potencia no usada en todas las portadoras en base a la potencia de transmisión asignada en cada portadora y la métrica de uso para cada portadora;

reasignar (912) la potencia no usada entre las portadoras.

10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la potencia no usada se reasigna de una manera proporcional a la asignación inicial.

11. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la reasignación (912) se realiza periódicamente.

12. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

calcular una velocidad de transferencia de datos máxima para la transmisión de datos a través de cada portadora en base a la potencia de transmisión asignada a la portadora.

13. Un dispositivo de comunicación inalámbrica (116, 122) para la comunicación con una red de comunicación (100) a través de dos o más portadoras asignadas, comprendiendo el dispositivo de comunicación inalámbrica (116, 122):

5 medios para determinar una cantidad total de potencia de transmisión de datos disponible en el dispositivo de comunicación inalámbrica (116, 122) para la transmisión de datos a través de las portadoras;

10 medios para determinar una métrica de eficacia para cada portadora en base a las características de transmisión de la portadora;

 medios para asignar una cantidad mínima garantizada de la potencia total de transmisión de datos a una o más portadoras; y

15 medios para asignar una parte de la potencia de transmisión de datos total restante a cada portadora en base a la métrica de eficacia de cada portadora.

20 **14.** El dispositivo de comunicación inalámbrica (116, 122) de la reivindicación 13, en el que la métrica de eficacia indica el nivel de interferencia y la condición de canal en una portadora dada, donde preferentemente la asignación es inversamente proporcional al nivel de interferencia en cada portadora.

25 **15.** Un medio legible por ordenador que comprende código que, cuando es ejecutado por un procesador (270), hace que el procesador realice operaciones para asignar la potencia de transmisión entre dos o más portadoras asignadas a un dispositivo de comunicación inalámbrica (116, 122), comprendiendo el medio legible por ordenador:

código para llevar a cabo las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

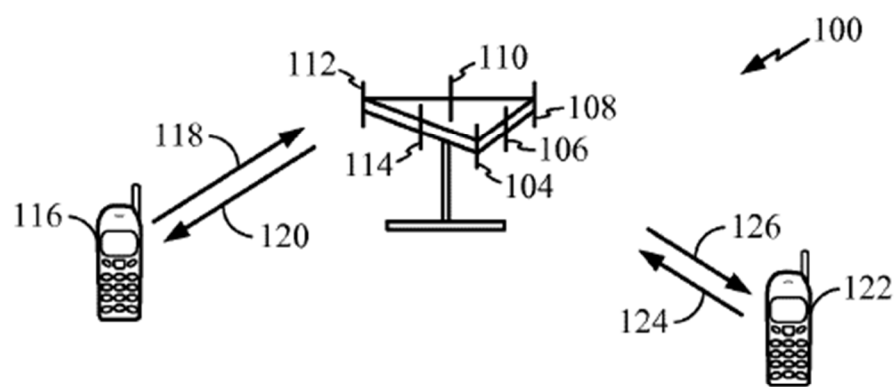


FIG. 1

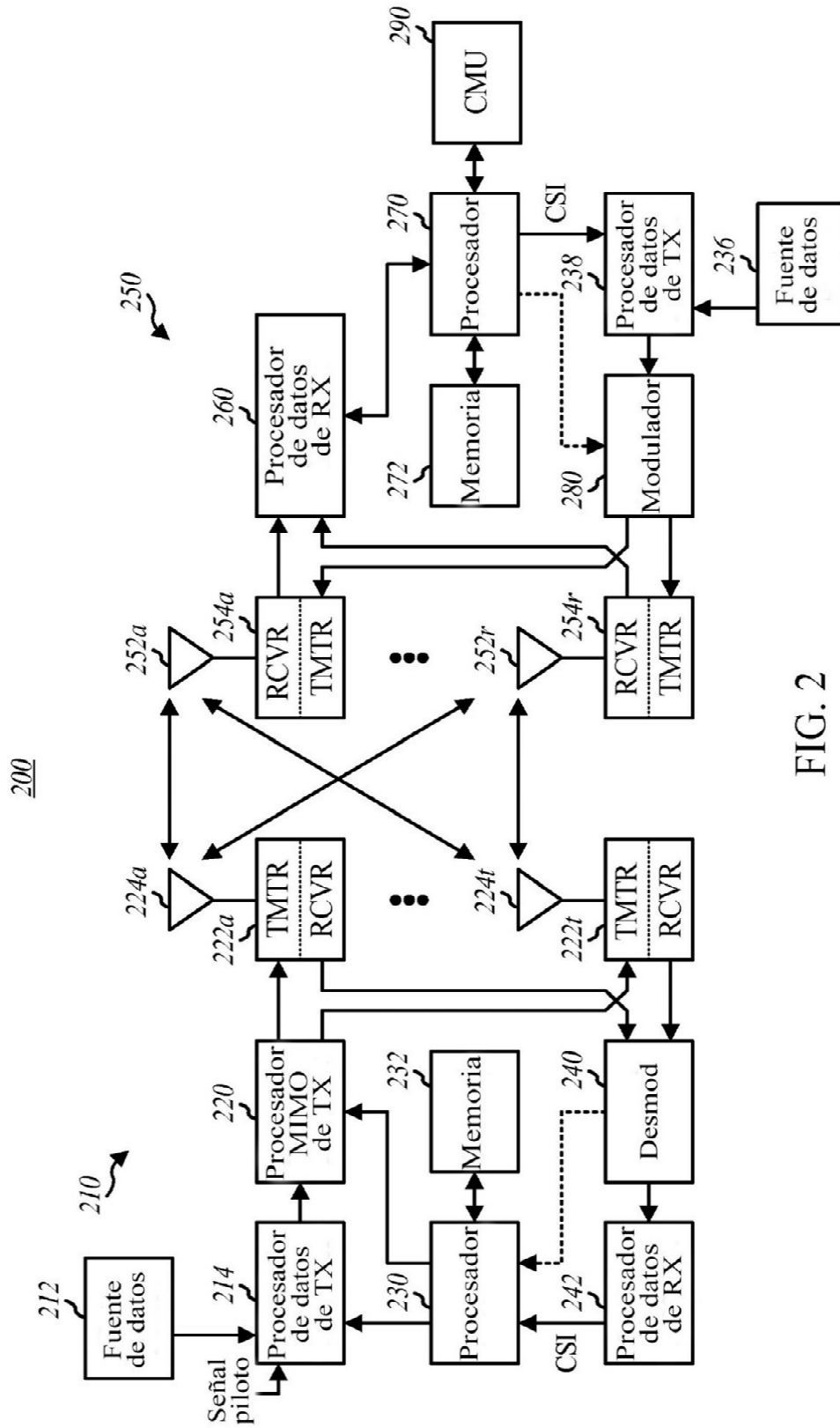


FIG. 2

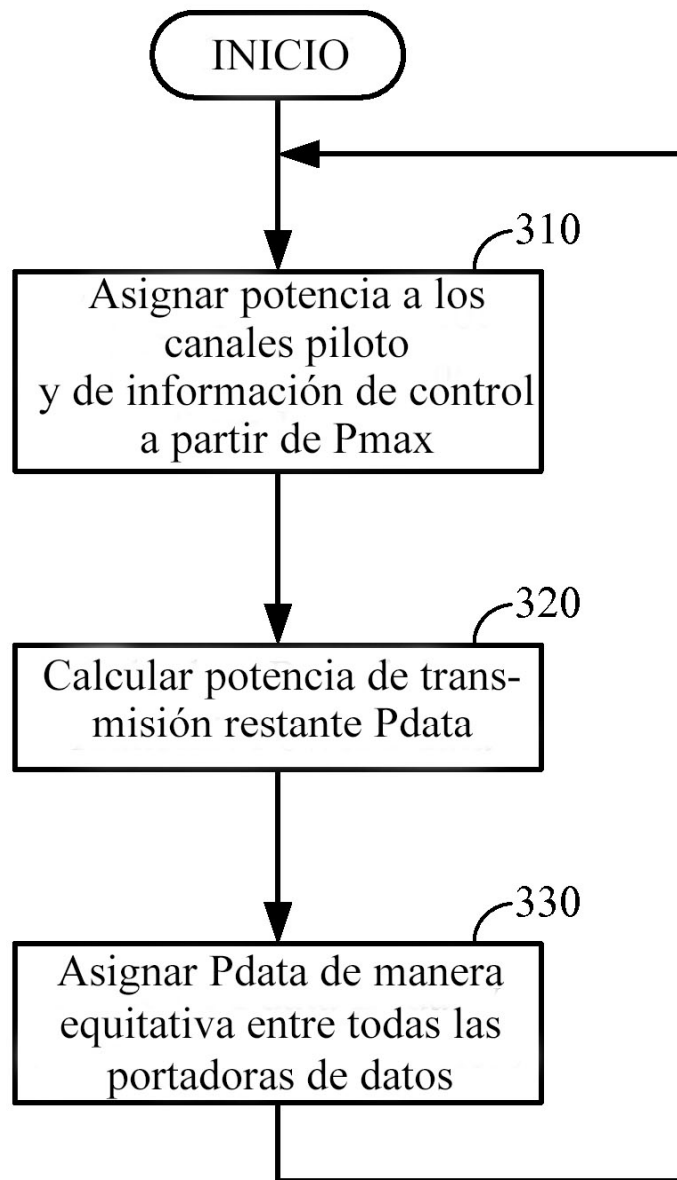


FIG. 3

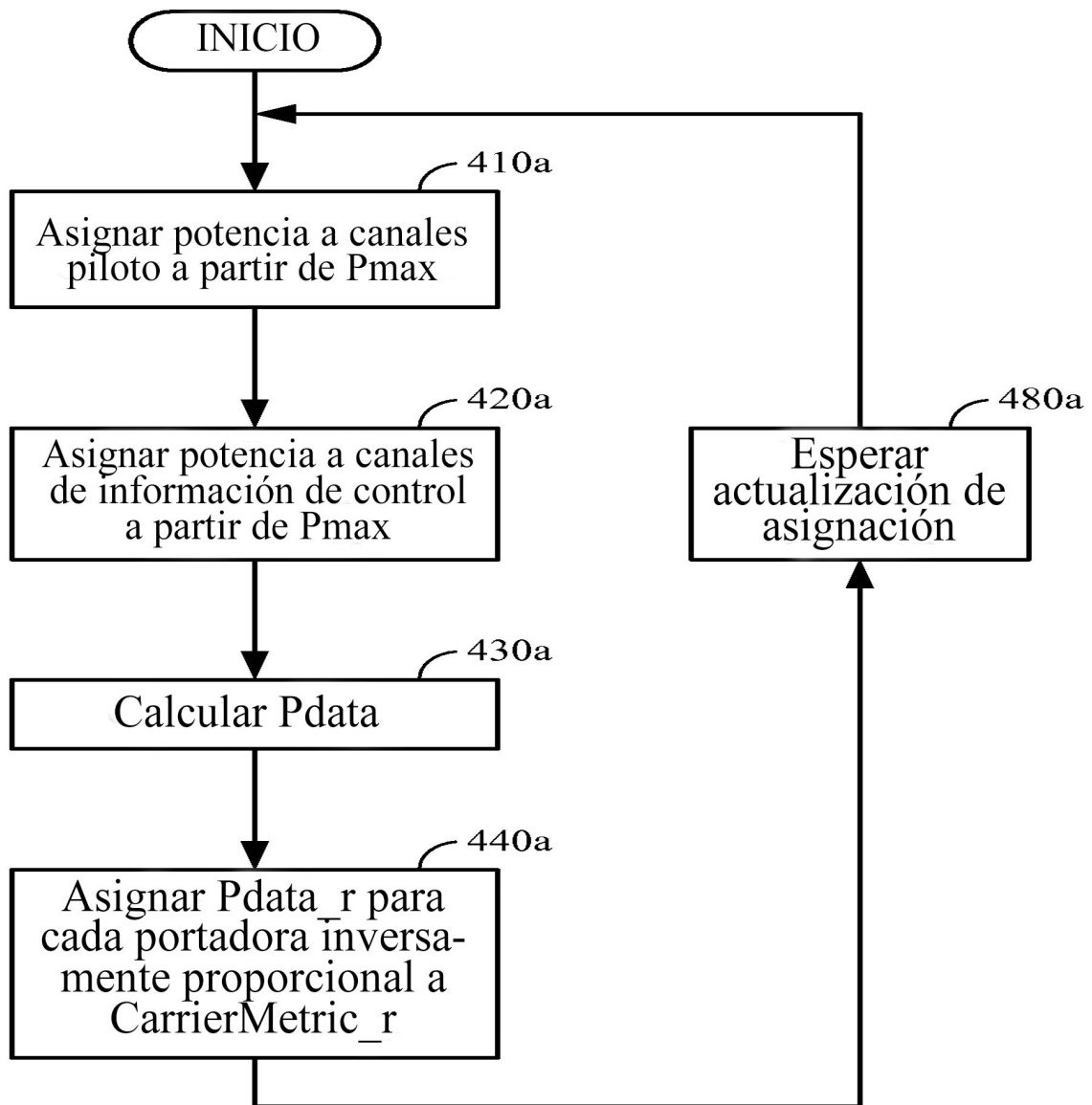


FIG. 4A

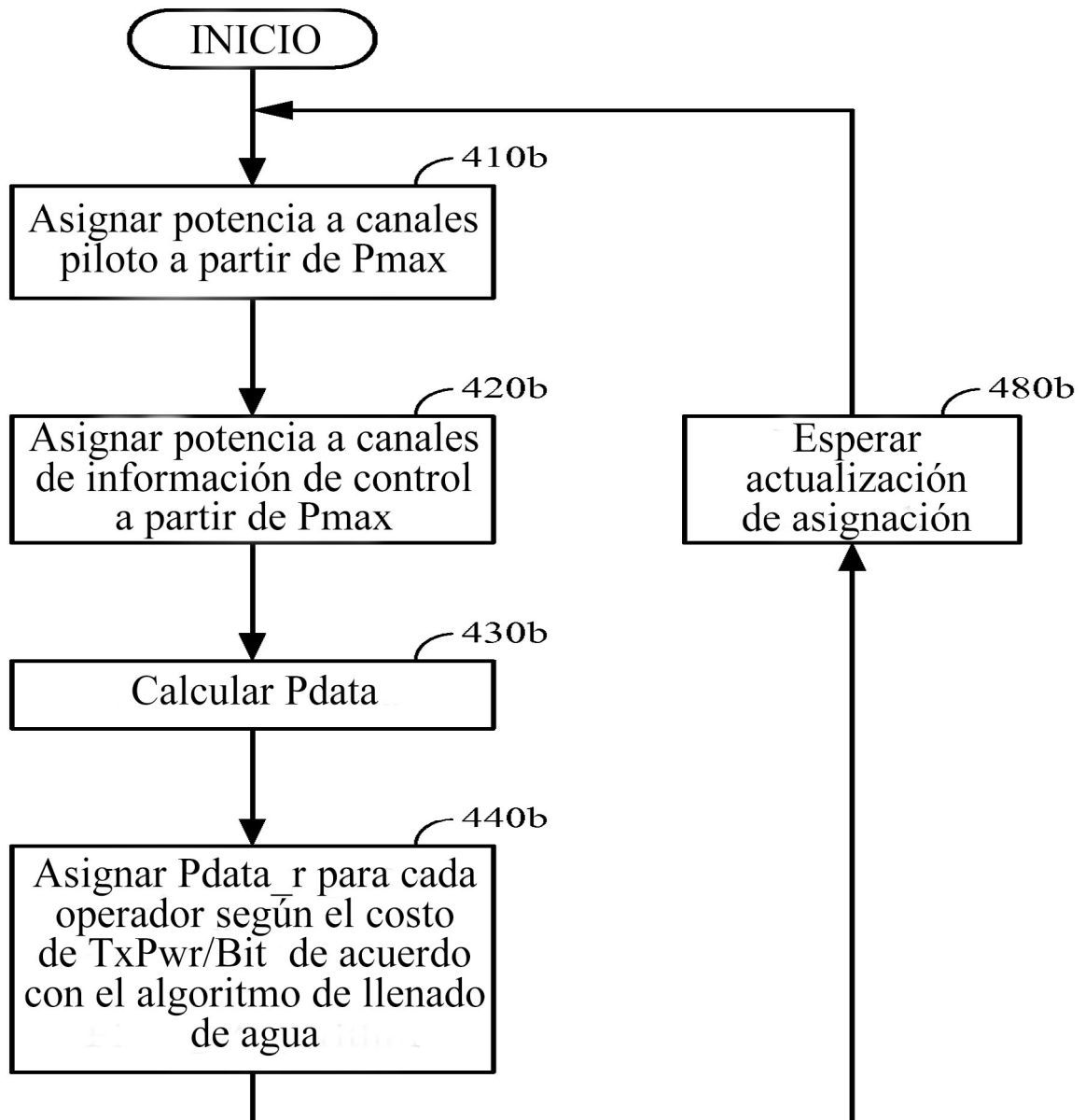


FIG. 4B

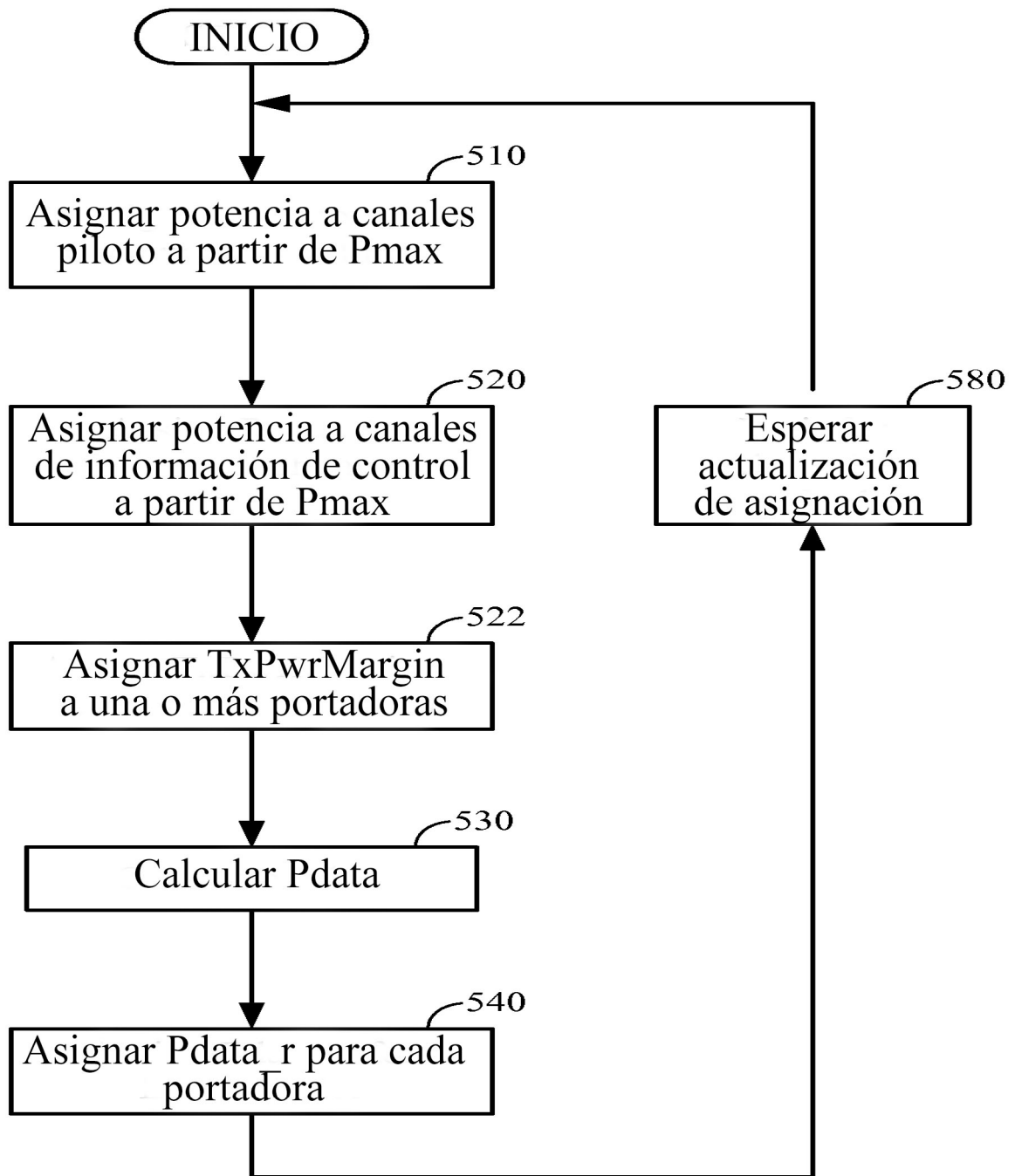


FIG. 5

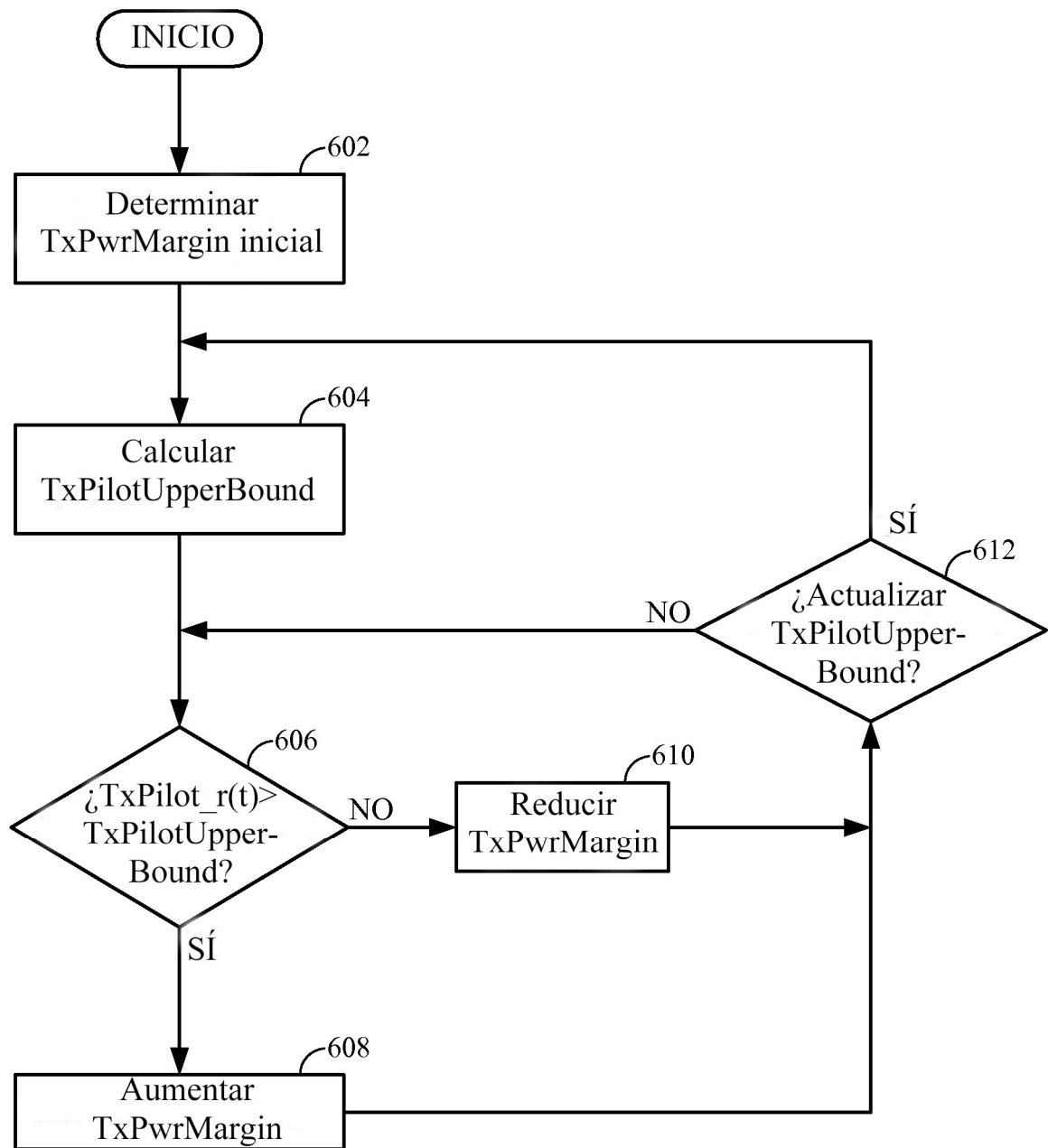


FIG. 6

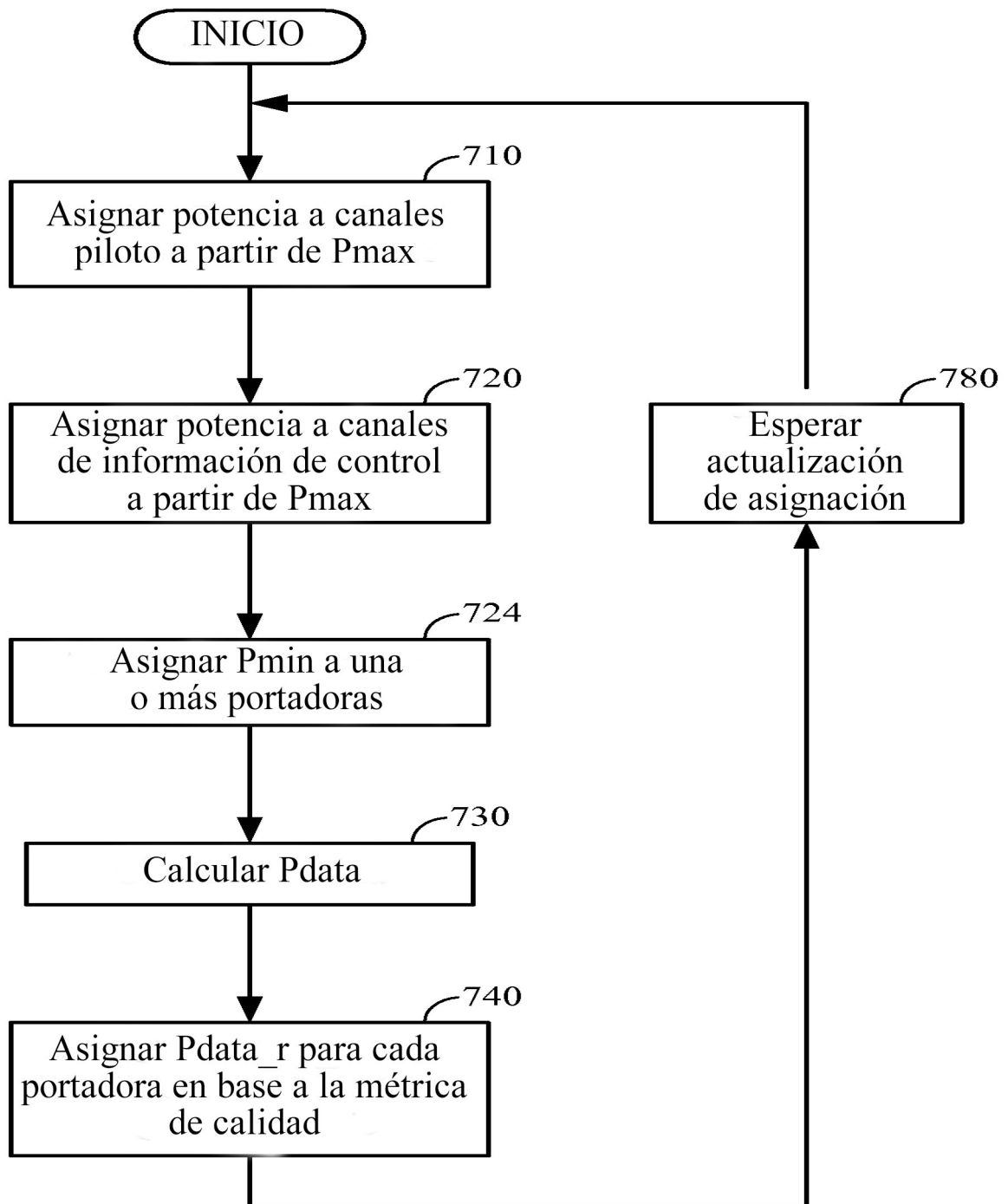


FIG. 7

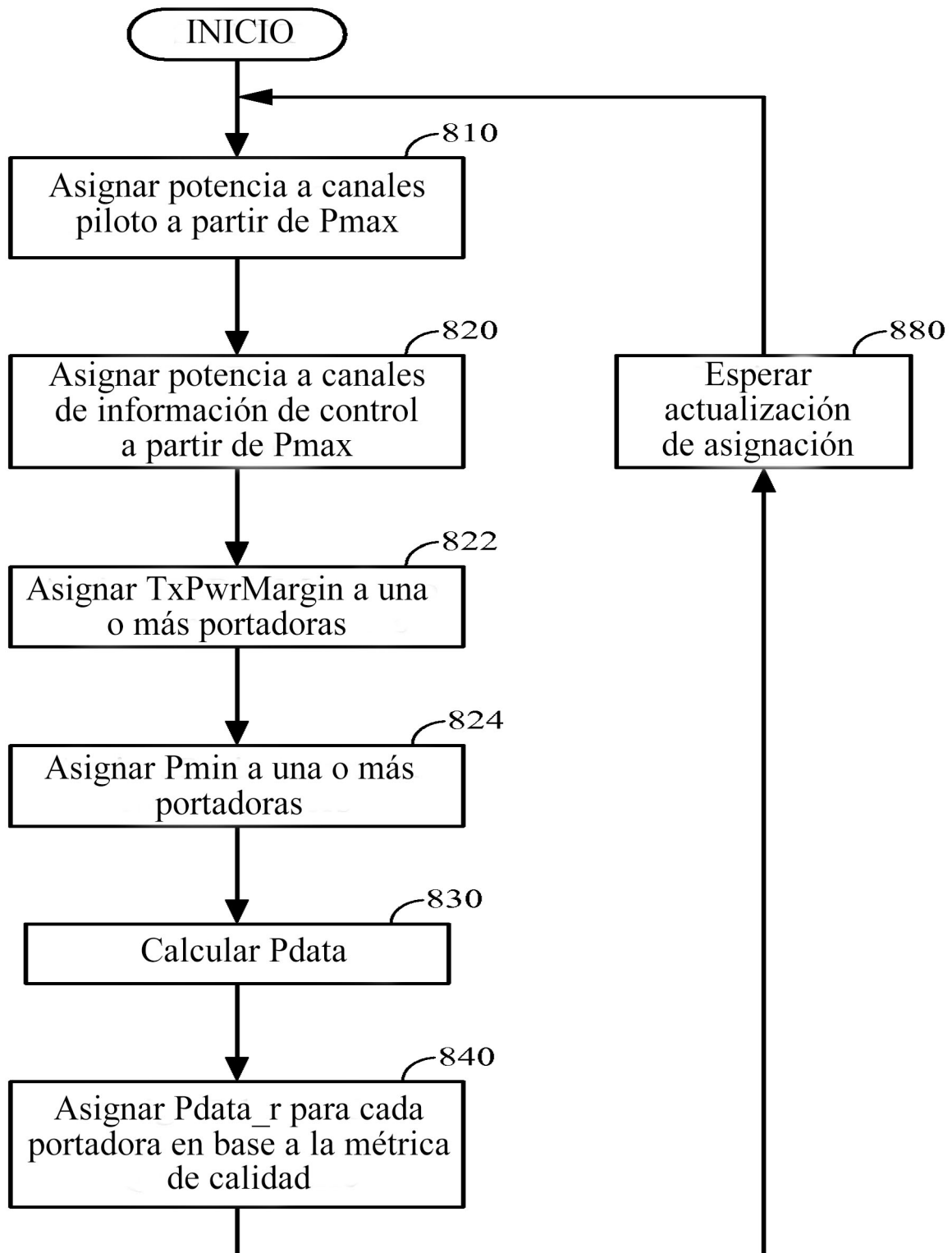


FIG. 8

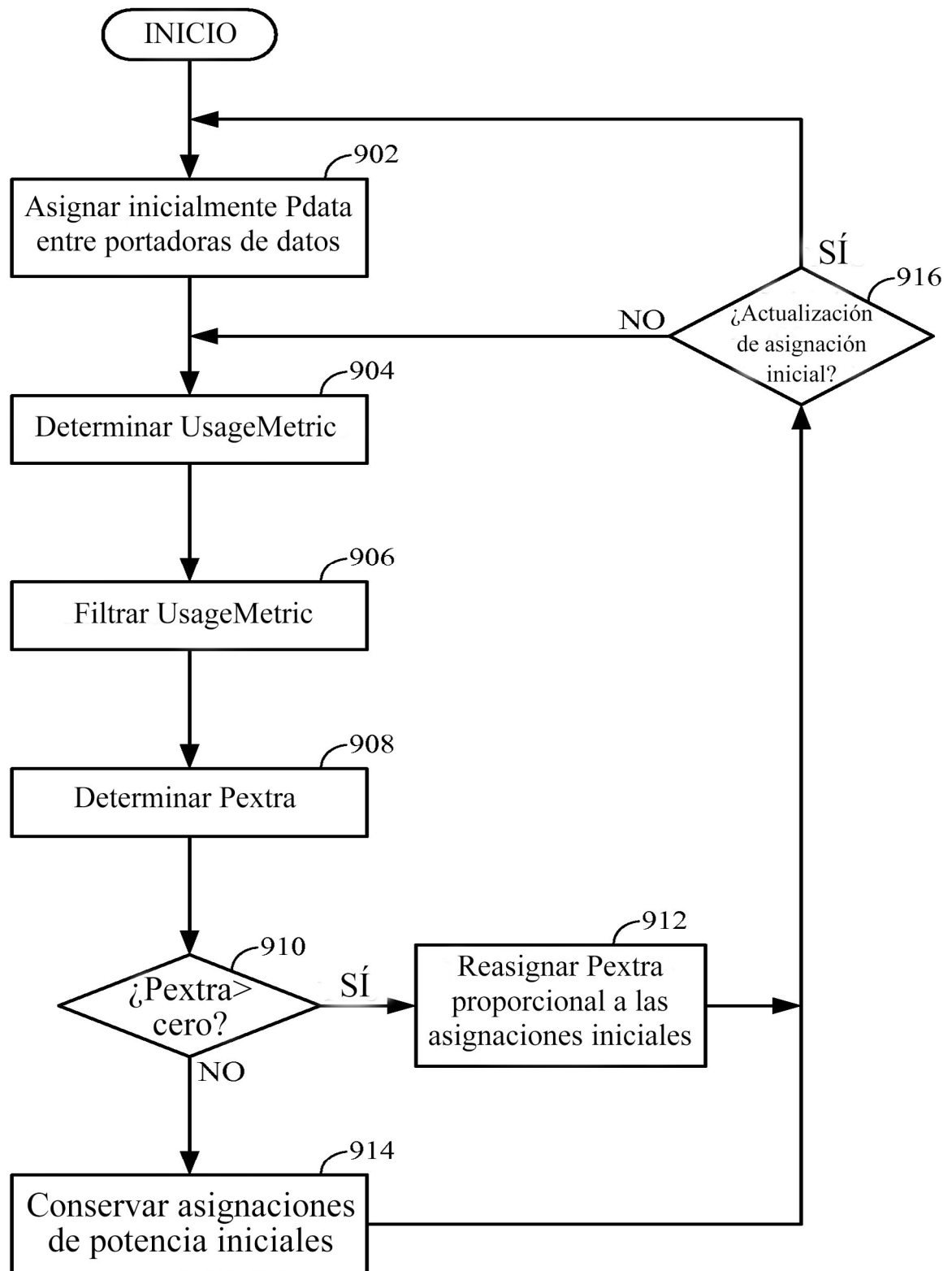


FIG. 9