

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 967**

51 Int. Cl.:

H04B 7/005 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2006 E 06813674 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2012 EP 1932251**

54 Título: **Control de potencia de enlace inverso para un sistema de OFDMA**

30 Prioridad:

22.08.2005 US 710404 P
05.01.2006 US 756816 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.03.2013

73 Titular/es:

QUALCOMM, INCORPORATED (100.0%)
5775 MOREHOUSE DRIVE
SAN DIEGO, CA 92121, US

72 Inventor/es:

KHANDEKAR, AAMOD

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 398 967 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

Control de potencia de enlace inverso para un sistema de OFDMA

Antecedentes**I. Campo**

- 5 La presente revelación se refiere, en general, a la comunicación y, más específicamente, al control de potencia en un sistema de comunicación inalámbrica.

II. Antecedentes

- 10 Un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple puede comunicarse con múltiples terminales por los enlaces directo e inverso. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicación desde las estaciones base a los terminales, y el enlace inverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicación desde los terminales a las estaciones base.

- 15 Múltiples terminales pueden recibir simultáneamente datos por el enlace directo y / o transmitir datos por el enlace inverso. Esto puede ser logrado multiplexando las transmisiones por cada enlace para que sean ortogonales entre sí en el dominio del tiempo, la frecuencia y / o el código. En el enlace inverso, la ortogonalidad completa, si se logra, da como resultado que la transmisión desde cada terminal no interfiera en las transmisiones desde otros terminales en una estación base receptora. Sin embargo, la ortogonalidad completa entre las transmisiones desde distintos terminales a menudo no se realiza, debido a condiciones de canal, imperfecciones del receptor, etc. La pérdida de ortogonalidad da como resultado que cada terminal cause cierta magnitud de interferencia a otros terminales en comunicación con la misma estación base. Además, las transmisiones desde los terminales que se comunican con distintas estaciones base son habitualmente no ortogonales entre sí. De este modo, cada terminal también puede causar interferencia a otros terminales en comunicación con estaciones base cercanas. Las prestaciones de cada terminal son degradadas por la interferencia desde todos los otros terminales en el sistema.

Hay, por lo tanto, una necesidad en la tecnología de técnicas para controlar la potencia de transmisión de los terminales, a fin de reducir la interferencia y lograr buenas prestaciones para todos los terminales.

- 25 El documento US 2004 / 179494 A1 describe una técnica de determinación de la potencia de transmisión para un canal de tráfico, en base a una potencia de transmisión para un canal piloto.

- 30 El documento WO 2004 / 025869 A2 describe una técnica para determinar si una estación tiene o no potencia suficiente para transmitir por un canal de comunicación, determinando si un valor de potencia para el canal de comunicación (en base a un valor de nivel de referencia de señal piloto y varios otros factores) es o no menor que una razón entre una máxima potencia de transmisión y un valor de holgura.

El documento EP 1467498 A1 describe una técnica de determinación de la potencia de transmisión para segundos canales, en base a la potencia de transmisión para primeros canales y una máxima carga total de un amplificador de potencia de transmisión (que es usado para proporcionar potencia de transmisión para los canales primeros y segundos).

- 35 El documento US 2005 / 053031 A1 describe una técnica de previsión del nivel de potencia de transmisión para cada usuario de datos de un segundo tipo de canal, y de determinación del nivel de potencia para un primer tipo de canal, multiplicando el nivel previsto de potencia de transmisión por factores de ganancia.

El documento US 2002 / 163974 A1 describe una técnica para mitigar la interferencia de diafonía de extremo lejano entre canales en un sistema de comunicación, mediante una generalización de la longitud de referencia y procedimientos FEXT ecualizados.

40 **Resumen**

Los aspectos de la presente invención se definen en las reivindicaciones independientes.

- 45 Las técnicas para controlar la potencia de transmisión de canales de control y de datos en un sistema de comunicación inalámbrica se describen en la presente memoria. En un ejemplo, el control de potencia (PC) está realizado para un canal de referencia enviado usando una primera tecnología de radio, así como para un segundo canal enviado usando una segunda tecnología de radio. El canal de referencia puede ser un canal de control que lleva señalización y puede ser enviado usando el Acceso Múltiple por División del Código (CDMA). El segundo canal puede ser un canal de datos que lleva datos de tráfico, y puede ser enviado usando el Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA). La potencia de transmisión del canal de referencia está ajustada para lograr un nivel deseado de prestaciones para el canal de referencia, que puede ser cuantificado por una tasa de borrado deseada. La potencia de transmisión del segundo canal

es ajustada en base a la potencia de transmisión del canal de referencia.

En otro ejemplo, el control de potencia es realizado para un canal de control, p. ej., un canal de acuse de recibo (ACK), sin usar la retroalimentación explícita para el canal de control. Se determina un nivel de potencia de transmisión de referencia, que puede ser la potencia de transmisión del canal de referencia. Los errores en la señalización enviados por el canal de control son detectados, p. ej., implícitamente, sin recibir retroalimentación que indique los errores. La señalización pueden ser los ACK, y los errores en los ACK enviados por el canal de control pueden ser detectados en base a los paquetes de datos recibidos por un canal de datos. La potencia de transmisión del canal de control es ajustada en base al nivel de potencia de transmisión de referencia y los errores detectados en el canal de control.

En otro ejemplo más, el control de potencia es realizado para un canal de datos. Se determina un nivel de densidad espectral de potencia (PSD) de referencia, p. ej., en base a la potencia de transmisión del canal de referencia. Se ajusta una delta de la PSD de transmisión para el canal de datos, p. ej., en base a estimaciones de interferencia. Se determina una PSD de transmisión del canal de datos en base al nivel de PSD de referencia y a la delta de PSD de transmisión. La potencia de transmisión del canal de datos puede ser determinada luego en base a la PSD de transmisión y al número de subportadoras usadas para el canal de datos.

Diversos aspectos y realizaciones de la revelación se describen en mayor detalle más adelante.

Breve descripción de los dibujos

Las características y naturaleza de la presente revelación se tomarán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta más adelante, cuando se considere conjuntamente con los dibujos, en los cuales los caracteres iguales de referencia identifican de manera correspondiente por toda su extensión.

La FIG. 1 muestra un sistema de comunicación inalámbrica.

La FIG. 2 muestra una estructura ejemplar de supertrama.

La FIG. 3 muestra un esquema de transmisión H-ARQ para el enlace directo.

La FIG. 4 muestra un mecanismo de control de potencia para un esquema de PC de arriba-abajo.

La FIG. 5 muestra un mecanismo de control de potencia para un esquema de PC basado en borrados.

La FIG. 6 muestra un mecanismo de control de potencia para un canal de ACK.

La FIG. 7 muestra un mecanismo de control de potencia para un canal de datos.

Las FIGS. 8 y 9 muestran, respectivamente, un procedimiento y un aparato para realizar el control de potencia en un sistema utilizando múltiples tecnologías de radio.

Las FIGS. 10 y 11 muestran, respectivamente, un procedimiento y un aparato para realizar el control de potencia para un canal de control, p. ej., un canal de ACK.

Las FIGS. 12 y 13 muestran, respectivamente, un procedimiento y un aparato para realizar el control de potencia para un canal de datos.

La FIG. 14 muestra un diagrama de bloques de un terminal y dos estaciones base.

Descripción detallada

La palabra “ejemplar” se usa en la presente memoria para significar “que sirve como un ejemplo, caso o ilustración”. Cualquier realización o diseño descrito en la presente memoria como “ejemplar” no ha de ser necesariamente interpretado como preferido o ventajoso sobre otras realizaciones o diseños.

La FIG. 1 muestra un sistema 100 de comunicación inalámbrica con múltiples estaciones base 110 y múltiples terminales 120. Una estación base es una estación que se comunica con los terminales. Una estación base también puede llamarse, y puede contener algo de, o toda, la funcionalidad de, un punto de acceso, un Nodo B y / o alguna otra entidad de red. Cada estación base 110 proporciona cobertura de comunicación para un área geográfica específica 102. El término “célula” puede referirse a una estación base y / o a su área de cobertura, según el contexto en el cual se usa el término. Para mejorar la capacidad del sistema, un área de cobertura de estación base puede ser dividida en múltiples áreas más pequeñas, p. ej., tres áreas 104a, 104b y 104c más pequeñas. Cada área más pequeña está servida por un respectivo subsistema transceptor base (BTS). El término “sector” puede referirse a un BTS y / o a su área de cobertura, según el contexto en el cual se usa el término. Para una célula sectorizada, los BTS para todos los sectores de esa célula están habitualmente cosituados dentro de la estación base para la célula.

Los terminales 120 están habitualmente dispersos por toda la extensión del sistema, y cada terminal puede ser fijo o móvil. Un terminal también puede llamarse, y puede contener algo de, o toda, la funcionalidad de, un terminal de acceso, una estación móvil, un equipo de usuario y / o alguna otra entidad. Un terminal puede ser un dispositivo inalámbrico, un teléfono celular, un asistente digital personal (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo portátil, etc. Un terminal puede comunicarse con cero, una o múltiples estaciones base por el enlace directo y / o inverso en cualquier momento dado.

Para una arquitectura centralizada, un controlador 130 del sistema se acopla a las estaciones base 110 y proporciona coordinación y control para estas estaciones base. El controlador 130 del sistema puede ser una única entidad de red o una colección de entidades de red. Para una arquitectura distribuida, las estaciones base pueden comunicarse entre sí según sea necesario.

Las técnicas de control de potencia descritas en la presente memoria pueden ser usadas para un sistema con células sectorizadas, así como un sistema con células no sectorizadas. Para mayor claridad, las técnicas se describen más adelante para un sistema con células sectorizadas. En la siguiente descripción, los términos "estación base" y "sector" se usan de manera intercambiable, y los términos "terminal" y "usuario" también se usan de manera intercambiable.

Las técnicas de control de potencia descritas en la presente memoria también pueden ser usadas para diversos sistemas de comunicación inalámbrica y diversas tecnologías de radio, tales como el Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA), el Acceso Múltiple por División de Frecuencia de Portadora Única (SC-FDMA), el Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), el Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA), el Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA), etc. El OFDMA y el SC-FDMA dividen una banda de frecuencia (p. ej., el ancho de banda del sistema) en múltiples subportadoras ortogonales, que también se llaman tonos, compartimentos, etc. Cada subportadora puede ser modulada con datos. En general, los símbolos de modulación son enviados en el dominio de la frecuencia con OFDMA y en el dominio del tiempo con SC-FDMA. Las técnicas también pueden ser usadas para sistemas de comunicación inalámbrica que utilicen múltiples tecnologías de radio. Para mayor claridad, las técnicas se describen más adelante para un sistema que utiliza el OFDMA para canales de datos y el CDMA para algunos canales de control.

La FIG. 2 muestra una estructura ejemplar 200 de supertrama que puede ser usada para el enlace inverso en el sistema 100. La línea del tiempo de transmisión para el enlace inverso está dividida en unidades de supertramas. Cada supertrama abarca una duración temporal fija o configurable, e incluye M tramas, donde $M > 1$. Cada trama puede llevar datos de tráfico y / o señalización. La estructura de supertrama para el enlace directo puede ser la misma o distinta a la estructura de supertrama para el enlace inverso.

La FIG. 2 también muestra una realización de un segmento de control de CDMA para una portadora que está dividida en cuatro subbandas. En esta realización, el segmento de control de CDMA lleva ciertos tipos de señalización y es enviado en una subbanda en cada 6ª trama. Una trama de CDMA es una trama en la cual se envía el segmento de control de CDMA. El segmento de control de CDMA está correlacionado con una región de frecuencia temporal que cubre F subportadoras y abarca T periodos de símbolos, donde tanto F como T pueden ser cualquier valor entero. En general, el segmento de control de CDMA puede ser enviado a cualquier velocidad y en una región de frecuencia temporal de cualquier dimensión. El segmento de control de CDMA puede saltar entre valores de frecuencia, según se muestra en la FIG. 2, o bien puede ser estático en la frecuencia.

La FIG. 2 también muestra un esquema ejemplar de saltos de frecuencia para canales de datos. Un canal de datos es un medio para enviar datos desde un transmisor a un receptor, y también puede llamarse un canal de tráfico, un canal físico, etc. Cada canal de datos puede ser correlacionado con una secuencia específica de bloques de frecuencia temporal que saltan entre valores de frecuencia en distintas tramas, para lograr diversidad de frecuencia, según se muestra en la FIG. 2. En una realización, el salto de frecuencia para los canales de datos evita el segmento de control de CDMA. Un conjunto de subportadoras pueden ser adjudicadas para el segmento de control de CDMA. Cada canal de datos que choca con el segmento de control de CDMA puede ser correlacionado con el conjunto de subportadoras adjudicadas al segmento de control de CDMA.

Pueden ser definidos y usados diversos canales de control para llevar diversos tipos de señalización por el enlace inverso. Los canales de control de enlace inverso pueden incluir los siguientes:

- * Canal de ACK – lleva ACK para paquetes de datos recibidos por el enlace directo,
- * Canal de CQI – lleva información de calidad de señal de enlace directo,
- * Canal de solicitud – lleva solicitudes de recursos por el enlace inverso,
- * Canal piloto – lleva una señal piloto de banda ancha para el enlace inverso, y
- * Canal de acceso – lleva sondas de acceso para acceder al sistema.

También pueden ser enviados canales distintos y / o adicionales por el enlace inverso.

En general, pueden ser usadas diversas estructuras de canal para enviar datos de tráfico y señalización. En una realización que se describe más adelante, por el enlace inverso se usa el OFDMA para canales de datos que llevan datos de tráfico, y se usa el CDMA para la mayoría de los canales de control. En una realización, el segmento de control de CDMA lleva los canales de CQI, de Solicitud, Piloto y de Acceso, y el canal del ACK es enviado junto con un canal de datos de enlace inverso. Los canales de control también pueden ser enviados de otras maneras.

La FIG. 3 muestra un esquema ejemplar 300 de transmisión de solicitudes híbridas de retransmisión automática (H-ARQ) para el enlace directo en el sistema 100. Un terminal mide la calidad de señal recibida del enlace directo para una estación base, genera un informe de indicación de calidad de canal (CQI), asocia el informe de CQI a una palabra código y transmite la palabra código por el canal de CQI (no mostrado en la FIG. 3). La calidad de señal puede ser cuantificada por una razón entre señal y ruido (SNR), una razón entre señal y ruido e interferencia (SINR), una razón entre portadora e interferencia (C / I), una razón entre energía por símbolo y ruido (Es / No), etc. Para mayor claridad, se usa la SNR para indicar la calidad de señal en la descripción a continuación.

La estación base recibe la palabra código de CQI desde el terminal y selecciona un formato de paquete (p. ej., una velocidad de datos, un tamaño de paquete, etc.) a usar para la transmisión de datos al terminal. La estación base procesa luego (p. ej., codifica y modula) un paquete de datos (Paquete A) de acuerdo al formato de paquete seleccionado y genera múltiples bloques de datos para el paquete. Cada bloque de datos puede contener suficiente información para permitir al terminal descodificar correctamente el paquete en condiciones de canal favorables. Los múltiples bloques de datos contienen habitualmente distinta información de redundancia para el paquete, y pueden ser enviados de un bloque por vez, hasta que el paquete se termine. Cada transmisión de bloque también se denomina un intento de H-ARQ. Cada transmisión de bloque después del primer bloque también se denomina una retransmisión.

La estación base transmite el primer bloque de datos (Bloque A1) del Paquete A en la trama n. El terminal recibe y procesa (p. ej., demodula y descodifica) el Bloque A1, determina que el Paquete A está descodificado con errores, y envía un acuse negativo de recibo (NAK) por el canal de ACK en la trama n + 3. La estación base recibe el NAK y transmite el segundo bloque de datos (Bloque A2) del Paquete A en la trama n + 6. El terminal recibe el Bloque A2, procesa los Bloques A1 y A2; determina que el Paquete A está descodificado correctamente y envía un ACK en la trama n + 9. La estación base recibe el ACK y termina la transmisión del Paquete A. La estación base procesa el siguiente paquete de datos (Paquete B) y transmite los bloques de datos del Paquete B de manera similar.

La FIG. 3 muestra una realización específica de la transmisión de bloques de datos, CQI y ACK / NAK. En esta realización, los datos de tráfico son enviados en cada 6ª trama, un informe de CQI también es enviado en cada 6ª trama, y un ACK es enviado si un paquete es correctamente descodificado. Los datos y la señalización también pueden ser enviados de otras maneras, p. ej., a distintas velocidades, con un intervalo distinto entre transmisiones de bloques, con un retardo distinto para los ACK / NAK, etc. Por ejemplo, un informe de CQI puede ser enviado cada q tramas de CDMA, donde q puede ser cualquier valor entero positivo.

Para mayor claridad, la FIG. 3 muestra la transmisión tanto de los NAK como de los ACK por el canal de ACK. Para un esquema basado en los ACK, un ACK es enviado si un paquete es correctamente descodificado, y los NAK no son enviados, y son sobreentendidos por la ausencia de los ACK. Para un esquema basado en los NAK, un NAK es enviado si un paquete es descodificado con errores, y los ACK no son enviados. Para mayor claridad, la siguiente descripción supone el uso de un esquema basado en los ACK, y solamente los ACK son enviados para paquetes descodificados correctamente.

Los canales de datos son enviados usando el OFDMA y son ortogonales entre sí en la frecuencia. En general, los canales de datos interfieren mínimamente entre sí en una estación base receptora, y hay poca interferencia intrasectorial entre los usuarios que transmiten por estos canales de datos. En consecuencia, los usuarios situados más cerca de la estación base (o usuarios "interiores") pueden, potencialmente, ser recibidos a una mayor densidad espectral de potencia (PSD), con poco impacto sobre otros usuarios en el mismo sector, porque sus canales de datos son ortogonales entre sí y no hay ningún efecto de "cercanía-lejanía". Los usuarios interiores también pueden tener poco impacto sobre los usuarios en otros sectores, debido a mayores pérdidas de trayecto hacia las estaciones base vecinas. Un objetivo del control de potencia de enlace inverso es maximizar la capacidad de datos bajo restricciones de complejidad, sobregasto y estabilidad.

En un aspecto, el control de potencia de bucle cerrado es realizado para un canal de referencia, y el control de potencia para otros canales de datos y de control es referido al canal de referencia. El canal de referencia puede ser cualquier canal que esté enviado a una velocidad suficiente para permitir el ajuste fiable de la potencia de transmisión del canal de referencia. En una realización que se describe más adelante, el canal de referencia es el canal de CQI, que tiene una baja velocidad de datos relativamente constante, según se muestra en la FIG. 3.

1. Control de potencia para el canal de CQI

Un informe de CQI, o señalización, a enviar por el canal de CQI en una trama n dada puede ser una palabra pequeña que contiene L bits, donde, en general, $L \geq 1$ y, p. ej., $L = 10$. Esta palabra puede ser correlacionada con una entre 2^L posibles palabras código en un libro de códigos. La palabra código es enviada entonces por el canal de CQI en la trama n . El mismo número de bits (p. ej., L bits) puede ser enviado para cada informe de CQI. En este caso, el mismo libro de códigos puede ser usado para cada informe de CQI. Alternativamente, distintos números de bits pueden ser enviados para distintos informes de CQI, y distintos libros de códigos pueden ser usados, según el número de bits que se envíen. Las palabras código en un libro dado de códigos pueden ser generadas en base a un código de bloque o a algún otro esquema de correlación. En una realización, las 2^L posibles palabras código corresponden a 2^L códigos de Walsh de longitud 2^L .

Una estación base recibe las palabras código enviadas por el canal de CQI. La estación base realiza la descodificación complementaria sobre cada palabra código recibida, para obtener una palabra descodificada, que es una palabra considerada como la que ha sido enviada, con mayor probabilidad, para la palabra código recibida. La descodificación puede ser realizada de diversas maneras. En una realización, la estación base calcula una distancia euclídea entre la palabra código recibida y cada una de las 2^L posibles palabras código válidas en el libro de códigos. La palabra código válida con la más corta distancia euclídea hasta la palabra código recibida puede ser considerada como la palabra código transmitida. La palabra correspondiente a esta palabra código válida puede ser proporcionada como la palabra descodificada.

Un código de detección de errores no puede ser usado para el canal de CQI, p. ej., debido al pequeño tamaño de palabra. En este caso, no hay ninguna manera directa de determinar si la descodificación de una palabra código dada recibida es correcta o tiene errores, y si la palabra descodificada es efectivamente la palabra transmitida. Una métrica puede ser definida y usada como una indicación de la confianza en el resultado de la descodificación. En una realización, la métrica está definida como:

$$M(n) = \frac{d_1(n)}{d_2(n)},$$

Ec. (1)

donde

$d_1(n)$ es la distancia euclídea entre la palabra código recibida en la trama n y la más cercana palabra código válida,

$d_2(n)$ es la distancia euclídea entre la palabra código recibida en la trama n y la próxima palabra código válida más cercana, y

$M(n)$ es la métrica para la palabra código recibida en la trama n .

Si la palabra código recibida está mucho más cerca de la más cercana palabra código válida que la próxima palabra código válida más cercana, entonces la métrica $M(n)$ es un valor pequeño y hay un alto grado de confianza en cuanto a que la palabra descodificada sea correcta. Por el contrario, si la palabra código recibida tiene una distancia aproximadamente igual a la palabra código válida más cercana y a la próxima palabra código válida más cercana, entonces la métrica $M(n)$ se acerca al uno, y hay menos confianza en cuanto a que la palabra descodificada sea correcta.

La métrica en la ecuación (1) puede ser usada para la detección de borrados, que es determinar si la descodificación de una palabra código dada recibida es correcta o tiene errores. Otras métricas también pueden ser usadas para la detección de borrados. En general, una métrica puede ser definida en base a cualquier función $f(r,C)$ de fiabilidad, donde r es una palabra código recibida y C es un libro de códigos de todas las posibles palabras código. La función $f(r,C)$ debería ser indicativa de la calidad / fiabilidad de la palabra código recibida, y debería tener las características adecuadas, p. ej., ser monótona con fiabilidad de detección.

La estación base puede realizar la detección de borrados para determinar si el resultado de la descodificación para una palabra código recibida satisface o no un nivel deseado de confianza. La estación base puede calcular la métrica para la palabra código recibida, comparar la métrica con el umbral de borrado y declarar que la palabra código recibida está "borrada" o "no borrada", según lo siguiente:

Si $M(n) < TH_{\text{borrado}}$, entonces declarar una palabra código no borrada, Ec. (2)

Si $M(n) \geq TH_{\text{borrado}}$, entonces declarar una palabra código borrada,

donde TH_{borrado} es el umbral usado para la detección de borrados. En general, la detección de borrados depende de cómo está definida la métrica y puede ser distinta a la ecuación (2) para otras métricas.

La probabilidad de declarar una palabra código recibida como una palabra código borrada se llama una tasa de borrado. La tasa de borrado depende de diversos factores, tales como el umbral usado para la detección de borrados y la SNR recibida de la palabra código recibida. Para una SNR recibida dada, un menor umbral de borrado aumenta la probabilidad de que una palabra código recibida sea declarada como una palabra código borrada, y viceversa. Para un umbral de borrado dado, una menor SNR recibida aumenta la probabilidad de que una palabra código recibida sea declarada como una palabra código borrada, y viceversa.

La potencia de transmisión del canal de CQI puede ser ajustada de diversas maneras. En una realización, que se denomina un esquema de PC “de arriba-abajo”, una estación base mide la SNR recibida del canal de CQI y envía bits de PC o comandos de PC para dirigir un terminal a fin de ajustar la potencia de transmisión del canal de CQI. En otra realización, que se denomina un esquema de PC “basado en borrados”, la estación base envía bits de indicación de borrado de CQI (CEI), o indicaciones de borrado que indican los resultados de la detección de borrados en la estación base. El terminal ajusta la potencia de transmisión del canal de CQI en base a los bits de CEI. Para ambos esquemas de PC, la potencia de transmisión del canal de CQI puede ser ajustada de modo que el canal de CQI pueda lograr el nivel deseado de prestaciones, que puede ser cuantificado por una tasa de borrado deseada y / o algunas otras medidas.

La FIG. 4 muestra una realización de un mecanismo 400 de control de potencia que implementa el esquema de PC de arriba-abajo para el canal de CQI. El mecanismo 400 de control de potencia incluye un bucle interno 410, un bucle externo 412 y un tercer bucle 414. El bucle interno 410 funciona entre una estación base 110x y un terminal 120x. El bucle externo 412 y el tercer bucle 414 están mantenidos por la estación base 110x. La estación base 110x puede ser cualquiera de las estaciones base 110 en la FIG. 1, y el terminal 120x puede ser cualquiera de los terminales 120 en la FIG. 1.

El bucle interno 410 ajusta la potencia de transmisión del canal de CQI para mantener la SNR recibida del canal de CQI en, o cerca de, una SNR deseada. Para el bucle interno 410, un estimador 420 de SNR en la estación base 110x estima la SNR recibida del canal de CQI y proporciona la SNR recibida a un generador 422 de bits de PC. El generador 422 de bits de PC también recibe la SNR deseada para el canal de CQI, compara la SNR recibida con la SNR deseada, y genera bits de PC en base a los resultados de la comparación. Cada bit de PC puede ser bien (1) un comando ARRIBA para dirigir un aumento en la potencia de transmisión del canal de CQI, o bien (2) un comando ABAJO para dirigir una reducción en la potencia de transmisión. La estación base 110x transmite los bits de PC por el enlace directo (nube 452) al terminal 120x.

En el terminal 120x, un procesador 460 de bits de PC recibe los bits de PC enviados por la estación base 110x y toma una decisión para cada bit de PC recibido. Una decisión de PC puede ser una decisión ARRIBA si el bit de PC recibido es considerado como un comando ARRIBA, o una decisión ABAJO si el bit de PC recibido es considerado un comando ABAJO. Una unidad 462 puede ajustar la potencia de transmisión del canal de CQI en base a las decisiones de PC provenientes del procesador 460, según lo siguiente:

$$P_{CQI}(n+1) = \begin{cases} P_{CQI}(n) + \Delta P_{CQI} & \text{para una decisión ARRIBA,} \\ P_{CQI}(n) - \Delta P_{CQI} & \text{para una decisión ABAJO,} \end{cases} \quad \text{Ec. (3)}$$

donde

$P_{CQI}(n)$ es la potencia de transmisión del canal de CQI en el intervalo n de actualización, y

ΔP_{CQI} es un tamaño de paso para la potencia de transmisión del canal de CQI.

La potencia de transmisión $P_{CQI}(n)$ y el tamaño ΔP_{CQI} de paso están dados en unidades de decibelios (dB). En la realización mostrada en la ecuación (3), la potencia de transmisión es aumentada o reducida en el mismo tamaño de paso, p. ej., 0,5 dB, 1,0 dB o algún otro valor, que puede ser seleccionado para proporcionar buenas prestaciones para el canal de CQI. En otra realización, la potencia de transmisión es ajustada con distintos tamaños de paso hacia arriba y hacia abajo. La potencia de transmisión $P_{CQI}(n)$ también puede ser mantenida en el mismo nivel si se estima que un bit de PC recibido es demasiado poco fiable. Un procesador / modulador 464 de datos de transmisión (TX) genera palabras código de CQI y transmite estas palabras código con una potencia de transmisión de $P_{CQI}(n)$ por el canal de CQI, mediante el enlace inverso (nube 450), a la estación base 110x.

El bucle externo 412 ajusta la SNR deseada en base a palabras código recibidas, de modo que se obtenga la tasa de borrado deseada para el canal de CQI. En la estación base 110x, una unidad 424 de cálculo métrico calcula la métrica $M(n)$ para cada palabra código recibida por el canal de CQI, p. ej., según se muestra en la ecuación (1). Un detector 426 de borrado realiza la detección de borrados para cada palabra código recibida, en base a la métrica $M(n)$ y al umbral de borrado, p. ej., según se muestra en la ecuación (2). Una unidad 428 de ajuste de SNR deseada obtiene el estado de cada palabra código recibida (ya sea borrada o no borrada) y puede ajustar la SNR deseada del canal de CQI, según lo siguiente:

$$SNR_{deseada}(k+1) = \begin{cases} SNR_{deseada}(k) + \Delta SNR_{arriba}, & \text{para una palabra código borrada,} \\ SNR_{deseada}(k) - \Delta SNR_{abajo}, & \text{para una palabra código no borrada,} \end{cases} \quad \text{Ec. (4)}$$

donde

$\Delta SNR_{deseada}(k)$ es la SNR deseada del canal de CQI en el intervalo k de actualización,

ΔSNR_{arriba} es un tamaño de paso hacia arriba para la SNR deseada, y

ΔSNR_{abajo} es un tamaño de paso hacia abajo para la SNR deseada.

5 La SNR deseada y los tamaños de paso hacia arriba y hacia abajo están dados en unidades de dB.

Los tamaños de paso ΔSNR_{arriba} y ΔSNR_{abajo} pueden fijarse de la siguiente manera:

$$\Delta SNR_{arriba} = \Delta SNR_{abajo} \cdot \left(\frac{1 - Pr_{borrado}}{Pr_{borrado}} \right), \quad \text{Ec. (5)}$$

donde $Pr_{borrado}$ es la tasa de borrado deseada. Por ejemplo, si la tasa de borrado deseada para el canal de CQI es del 10%, entonces el tamaño de paso hacia arriba es 9 veces el tamaño del paso hacia abajo. Si el tamaño del paso hacia arriba es de 0,5 dB, entonces el tamaño del paso hacia abajo es de aproximadamente 0,056 dB.

10 En una realización, el umbral de borrado es ajustado para lograr una tasa Pr_{error} de error condicional deseada para el canal de CQI. La tasa de error condicional es la probabilidad de palabras código condicionadas por errores o no borradas, lo que significa lo siguiente: dado que una palabra código recibida es declarada una palabra código no borrada, la probabilidad de que la palabra código recibida sea descodificada con errores es Pr_{error} . Una baja Pr_{error} (p. ej., del 1% o del 0,1%) corresponde a un alto grado de confianza en el resultado de la descodificación cuando se declara una palabra código no borrada.

15 El tercer bucle 414 ajusta el umbral de borrado en base a palabras código conocidas recibidas, de modo que la tasa de errores condicional deseada sea alcanzada para el canal de CQI. El terminal 120x puede transmitir una palabra código conocida por el canal de CQI periódicamente, o toda vez que se le indique. En la estación base 110x, la unidad 424 de cálculo métrico y el detector 426 de borrado realizan la detección de borrados para cada palabra código conocida recibida, de la misma manera que para otras palabras código recibidas. El detector 426 de borrado proporciona el estado de cada palabra código conocida recibida. Un descodificador 430 descodifica cada palabra código conocida recibida, estimada como no borrada, y proporciona el estado de la palabra código, que puede ser: (1) borrada, (2) "buena" si la palabra código conocida recibida no está borrada y está descodificada correctamente, o (3) "mala" si la palabra código conocida recibida no está borrada pero está descodificada con errores. Una unidad 432 de ajuste de umbral de borrado puede

20 ajustar el umbral de borrado en base al estado de las palabras código recibidas conocidas, según lo siguiente:

$$TH_{borrado}(l+1) = \begin{cases} TH_{borrado}(l) + \Delta TH_{arriba}, & \text{para una buena palabra código,} \\ TH_{borrado}(l) - \Delta TH_{abajo}, & \text{para una mala palabra código, y} \\ TH_{borrado}(l), & \text{para una palabra código borrada,} \end{cases} \quad \text{Ec. (6)}$$

donde

$\Delta TH_{borrado}(l)$ es el umbral de borrado para el canal de CQI en el intervalo l de actualización;

ΔTH_{arriba} es un tamaño de paso hacia arriba para el umbral de borrado; y

ΔTH_{abajo} es un tamaño de paso hacia abajo para el umbral de borrado.

30 En la realización mostrada en la ecuación (6), el umbral de borrado es reducido en ΔTH_{abajo} para cada palabra código conocida recibida que sea "mala". El umbral inferior de borrado corresponde a un criterio más estricto de detección de borrado y da como resultado que sea más probable que una palabra código recibida sea considerada borrada, lo que, a su vez, da como resultado que sea más probable que la palabra código recibida sea descodificada correctamente cuando se considera como no borrada. El umbral de borrado es aumentado en ΔTH_{arriba} para cada palabra código conocida recibida que sea "buena" y es mantenido para las palabras código conocidas recibidas que estén borradas.

Los tamaños de paso ΔTH_{arriba} y ΔTH_{abajo} pueden ser determinados según lo siguiente:

$$\Delta TH_{abajo} = \Delta TH_{arriba} \cdot \left(\frac{1 - Pr_{error}}{Pr_{error}} \right) \quad \text{Ec. (7)}$$

Por ejemplo, si la tasa de errores condicional deseada para el canal de control es del 1%, entonces el tamaño de paso hacia abajo tiene 99 veces el tamaño del paso hacia arriba. La magnitud de ΔTH_{arriba} y ΔTH_{abajo} puede ser seleccionada en base a la tasa de convergencia deseada para el tercer bucle y / u otros factores.

5 La tasa de borrado, la tasa de errores condicional, el umbral de borrado y la SNR recibidas están habitualmente relacionados entre sí. Para un umbral de borrado dado y una SNR recibida dada, existen una tasa de borrado específica y una tasa de errores condicional específica. Cambiando el umbral de borrado mediante el tercer bucle 414, puede lograrse un equilibrio entre la tasa de borrado y la tasa de errores condicional.

10 En general, el ajuste del umbral de borrado depende de la métrica usada para la detección de borrados. Las ecuaciones (6) y (7) están basadas en la métrica mostrada en la ecuación (2). Otras métricas también pueden ser usadas para la detección de borrados, y el ajuste del umbral de borrado puede ser modificado en consecuencia.

15 El umbral de borrado puede ser ajustado de diversas maneras. En una realización, la estación base 110x mantiene un tercer bucle por separado para cada terminal y ajusta el umbral de borrado para lograr las prestaciones deseadas para ese terminal. En otra realización, la estación base 110x mantiene un único tercer bucle para todos los terminales y ajusta el umbral de borrado en base a palabras código conocidas, recibidas desde estos terminales, para lograr buenas prestaciones para todos los terminales. En otra realización más, la estación base 110x mantiene un único tercer bucle para cada grupo de terminales con prestaciones similares y ajusta el umbral de borrado en base a palabras código conocidas recibidas desde todos los terminales en el grupo.

20 El bucle interno 410, el bucle externo 412 y el tercer bucle 414 pueden funcionar a distintas velocidades. El bucle interno 410 es habitualmente el bucle más rápido, y la potencia de transmisión del canal de CQI puede ser actualizada toda vez que la SNR recibida del canal de CQI esté disponible. El bucle externo 412 es el siguiente bucle más rápido, y la SNR deseada puede ser actualizada toda vez que una palabra código es recibida por el canal de CQI. El tercer bucle 414 es el bucle más lento, y el umbral de borrado puede ser seleccionado toda vez que es recibida una palabra código conocida por el canal de CQI. Las velocidades de actualización para los tres bucles pueden ser seleccionadas para lograr las prestaciones deseadas para el canal de CQI.

25 La **FIG. 5** muestra una realización de un mecanismo 500 de control de potencia que implementa el esquema de PC basado en borrados para el canal de CQI. El mecanismo 500 de control de potencia incluye un primer bucle 510 y un segundo bucle 512.

30 El primer bucle 510 ajusta la potencia de transmisión del canal de CQI para lograr la tasa de borrado deseada para el canal de CQI. Para el primer bucle 510, la unidad 424 de cálculo de métrica calcula la métrica $M(n)$ para cada palabra código recibida por el canal de CQI. El detector 426 de borrado realiza la detección de borrados para cada palabra código recibida, en base a la métrica $M(n)$ y al umbral de borrado, y genera un bit de CEI en base al resultado de la detección de borrados. El bit de CEI indica si la palabra código recibida está borrada o no está borrada. La estación base 110x transmite los bits de CEI por el enlace directo al terminal 120x.

35 En el terminal 120x, un procesador 466 de bits de CEI recibe los bits de CEI enviados por la estación base 110x y toma una decisión en cuanto a lo borrado o no borrado para cada bit de CEI recibido. Una unidad 468 puede ajustar la potencia de transmisión del canal de CQI en base a las decisiones de CEI del procesador 466, según lo siguiente:

$$P_{CQI(n+1)} = \begin{cases} P_{CQI(n)} + \Delta P_{CQI,arriba} & \text{para una decisión de borrado,} \\ P_{CQI(n)} - \Delta P_{CQI,abajo} & \text{para una decisión de no borrado,} \end{cases} \quad \text{Ec. (8)}$$

donde

$\Delta P_{CQI,arriba}$ es un tamaño de paso hacia arriba para una decisión de borrado, y

40 $\Delta P_{CQI,abajo}$ es un tamaño de paso hacia abajo para una decisión de no borrado.

Los tamaños de paso hacia arriba y hacia abajo pueden ser determinados en base a la tasa de borrado deseada, según lo siguiente:

$$\Delta P_{CQI,arriba} = \Delta P_{CQI,abajo} \cdot \left(\frac{1 - Pr_{borrado}}{Pr_{borrado}} \right). \quad \text{Ec. (9)}$$

La estación base 110x puede difundir el tamaño de paso hacia arriba y / o hacia abajo a los terminales dentro de su área de cobertura. En un despliegue dado, la tasa de borrado deseada puede cambiar muy lentamente. De este modo, el sobregasto de difundir el tamaño de paso hacia arriba y / o hacia abajo puede ser un pequeño porcentaje del sobregasto total.

- 5 El segundo bucle 512 ajusta el umbral de borrado en base a palabras código conocidas recibidas, de modo que la tasa de errores condicional deseada se logre para el canal de CQI. El segundo bucle 512 funciona según lo descrito anteriormente para el tercer bucle 414 en la FIG. 4.

10 El primer bucle 510 y el segundo bucle 512 pueden funcionar a distintas velocidades. El primer bucle 510 puede ser actualizado toda vez que es recibida una palabra código por el canal de CQI. El segundo bucle 512 puede ser actualizado toda vez que es recibida una palabra código conocida por el canal de CQI.

En las realizaciones mostradas en las FIGS. 4 y 5, las prestaciones del canal de CQI son cuantificadas por una tasa de borrado deseada y una tasa de errores condicional deseada. Las prestaciones también pueden ser cuantificadas por otras medidas. Los mecanismos de control de potencia pueden ser modificados en consecuencia, en base a las medidas usadas para cuantificar las prestaciones.

15 2. Control de potencia para el canal de ACK

En una realización, el canal de ACK es transmitido a una potencia fija, desfasada con respecto a la potencia de transmisión del canal de CQI. El desfase de la potencia fija puede ser seleccionado para proporcionar buenas prestaciones para todos los terminales en un sector y para diversos escenarios de funcionamiento (p. ej., vehiculares, peatonales, etc.).

- 20 En otra realización, el canal de ACK para cada terminal es transmitido con una potencia ajustable, desfasada con respecto a la potencia de transmisión del canal de CQI para ese terminal. El desfase de potencia puede ser ajustado de diversas maneras, p. ej., con un bucle cerrado. El desfase de potencia puede ser aumentado en un tamaño de paso hacia arriba si hay un error de ACK, y puede ser reducido en un tamaño de paso hacia abajo si no hay ningún error de ACK.

25 Para el esquema de transmisión H-ARQ mostrado en la FIG. 3, una estación base transmite otro bloque de datos para un paquete actual, tras recibir un NAK (o ningún ACK) y transmite un nuevo paquete tras recibir un ACK. Si un terminal transmite un ACK pero la estación base detecta un ACK con errores, entonces la estación base transmitiría otro bloque de datos para el paquete actual. El terminal puede por tanto ser capaz de deducir que ha ocurrido un error de ACK si el terminal transmite un ACK pero recibe otro bloque de datos para el paquete actual. Por tanto, no es necesario un canal separado de retroalimentación por el enlace directo para transportar errores de ACK, dado que estos errores pueden ser implícitamente deducidos por el terminal.

30 La FIG. 6 muestra una realización de un mecanismo 600 de control de potencia que puede ser usado para el canal de ACK. El mecanismo 600 de control de potencia incluye un bucle 610 de referencia y un bucle 612 de desfase de potencia. El bucle 610 de referencia proporciona un nivel de potencia de transmisión de referencia. El bucle 610 de referencia puede ser el bucle interno 410 en la FIG. 4, el primer bucle 510 en la FIG. 5 o algún otro bucle que funcione en base a un canal designado. En la realización mostrada en la FIG. 6, el bucle 610 de referencia es implementado con el bucle interno 410, y la potencia de transmisión del canal de CQI es usada como el nivel de potencia de transmisión de referencia. El bucle 610 de referencia incluye las unidades 420, 422, 460, 462 y 464, que funcionan según lo descrito anteriormente para la FIG. 4.

35 El bucle 612 de desfase de potencia ajusta el desfase de potencia para el canal de ACK. Para el bucle 612 de desfase de potencia, un detector 440 de ACK en la estación base 110x detecta los ACK enviados por el terminal 120x y proporciona los ACK detectados. Para cada transmisión potencial de ACK, el detector 440 de ACK puede determinar la energía del canal de ACK, comparar la energía con un umbral y declarar un ACK detectado si la energía está por encima del umbral. Un procesador / modulador 442 de datos de TX recibe paquetes de datos para el terminal 120x y procesa cada paquete de datos a fin de generar bloques de datos. La unidad 442 también recibe los ACK detectados desde el detector 440, transmite un bloque de datos para un nuevo paquete si es detectado un ACK, y transmite otro bloque de datos para un paquete actual si no es detectado un ACK.

40 En el terminal 120x, un procesador 470 de datos demodulador / receptor (Demod / RX) recibe las transmisiones de bloques desde la estación base 110x e intenta demodular y descodificar cada bloque de datos recibido. El procesador 470 puede realizar primero la descodificación, bajo la hipótesis de que el ACK (si lo hubiera) enviado por el terminal 120x fuera correctamente detectado. Si hay un error de descodificación, entonces el procesador 470 puede realizar a continuación la descodificación, bajo la hipótesis de que el ACK (si lo hubiera) enviado por el terminal 120x no fuera detectado. El

procesador 470 determina si ha ocurrido o no un error de ACK, en base a su conocimiento del ACK transmitido (si lo hubiera) y de los resultados de descodificación para el bloque de datos recibido.

Una unidad 472 puede ajustar el desfase de potencia para el canal de ACK en base a los errores de ACK detectados provenientes del procesador 470, según lo siguiente:

$$\Delta P_{ACK}(n+1) = \begin{cases} \Delta P_{ACK}(n) + \Delta P_{ACK,arriba} & \text{para un error de ACK,} \\ P_{CQI}(n) - \Delta P_{ACK,abajo} & \text{para ningún error de ACK,} \end{cases} \quad \text{Ec. (10)}$$

5 donde

$\Delta P_{ACK}(n)$ es un desfase de potencia para el canal de ACK en el intervalo n de actualización,

$\Delta P_{ACK,arriba}$ es un tamaño de paso hacia arriba para el desfase de potencia, y

$\Delta P_{ACK,abajo}$ es un tamaño de paso hacia abajo para el desfase de potencia.

10 El desfase $\Delta P_{ACK}(n)$ de potencia y los tamaños $\Delta P_{ACK,arriba}$ y $\Delta P_{ACK,abajo}$ de paso hacia arriba y hacia abajo están dados en unidades de dB. Los tamaños de paso hacia arriba y hacia abajo pueden ser fijados para lograr la tasa de errores de ACK deseada, p. ej., según se muestra en la ecuación (9). En una realización, los tamaños de paso hacia arriba y hacia abajo están fijados para todos los bloques de datos de un paquete dado. En otra realización, el tamaño de paso hacia arriba y / o hacia abajo puede depender del número de bloques de datos enviados para un paquete dado, y / o de otros factores.

15 Una unidad 474 de cálculo calcula la potencia de transmisión del canal de ACK en base a la potencia de transmisión del canal de CQI y al desfase de potencia, según lo siguiente:

$$P_{ACK}(n) = P_{CQI}(n) + \Delta P_{ACK}(n), \quad \text{Ec. (11)}$$

donde $P_{ACK}(n)$ es la potencia de transmisión del canal de ACK en el intervalo n de actualización.

20 Para cada bloque de datos recibido, el procesador / modulador 464 de datos de TX genera un ACK si el paquete es descodificado correctamente por el procesador 470 y transmite el ACK a la potencia de transmisión de $P_{ACK}(n)$ por el canal de ACK.

3. Control de potencia para canales de datos de OFDMA

25 Los canales de datos pueden ser enviados usando OFDMA y pueden ser ortogonales entre sí en el tiempo y en la frecuencia. Por tanto, en teoría, múltiples terminales pueden transmitir simultáneamente por los canales de datos a una estación base sin interferir entre sí. Sin embargo, la ortogonalidad completa entre las transmisiones de datos desde distintos terminales a menudo no se realiza, debido a condiciones de canal, imperfecciones del receptor, etc. La pérdida de ortogonalidad da como resultado que cada terminal causa ciertas magnitudes de interferencia a otros terminales en comunicación con la misma estación base. La interferencia intrasectorial, habitualmente, no es significativa para el OFDMA.

30 Las transmisiones de datos desde terminales en comunicación con distintas estaciones base, habitualmente, no son ortogonales entre sí. Así, cada terminal puede causar interferencia a otros terminales en comunicación con estaciones base cercanas. Las prestaciones de cada terminal son degradadas por la interferencia proveniente de todos los otros terminales en el sistema. La magnitud de la interferencia intersectorial causada por un terminal dado está determinada por la magnitud de la potencia de transmisión usada por ese terminal y la ubicación del terminal con respecto a las estaciones base vecinas. La interferencia intersectorial puede ser pequeña si el terminal está situado cerca de su estación base servidora y puede ser grande si el terminal está situado en el borde de la cobertura.

35 Para los canales de datos, el control de potencia puede ser efectuado de modo que se permita a cada terminal transmitir a un nivel de potencia que sea tan alto como sea posible, manteniendo a la vez la interferencia intrasectorial e intersectorial dentro de niveles aceptables. Un terminal situado más cerca de su estación base servidora puede ser autorizado para transmitir a un mayor nivel de potencia, ya que este terminal, probablemente, causará menos interferencia a las estaciones base vecinas. Por el contrario, un terminal situado más lejos de su estación base servidora, y cerca del borde de la cobertura, puede ser autorizado para transmitir a un menor nivel de potencia, dado que este terminal puede causar más interferencia a las estaciones base vecinas. El control de la potencia de transmisión de esta manera puede reducir, en potencia, la interferencia total observada por cada estación base, permitiendo a la vez que los terminales "cualificados" logren mayores valores de SNR y, por ello, mayores velocidades de datos. El control de potencia para los canales de datos puede ser llevado a cabo de diversas maneras para alcanzar los objetivos indicados anteriormente.

En una realización, la potencia de transmisión de un canal de datos para un terminal se fija para lograr una PSD transmisora específica, que puede ser expresada como:

$$PSD_{DCH}(n) = PSD_{REF}(n) + \Delta PSD(n), \quad \text{Ec. (12)}$$

donde

5 $PSD_{DCH}(n)$ es la PSD de transmisión del canal de datos en el intervalo n de actualización,

$PSD_{REF}(n)$ es un nivel de PSD de referencia en el intervalo n de actualización, y

$\Delta PSD(n)$ es una delta de PSD de transmisión para el canal de datos en el intervalo n de actualización.

Los niveles $PSD_{DCH}(n)$ y $PSD_{REF}(n)$ de PSD están dados en unidades de decibelios / Hercios (dB / Hz) y la delta $\Delta PSD(n)$ de PSD está dada en unidades de dB.

10 El nivel de PSD de referencia es un nivel de PSD de transmisión que alcanza una SNR deseada para una transmisión designada. En una realización, la transmisión designada es el canal de CQI. Si el nivel de PSD de referencia puede alcanzar la SNR deseada, entonces la SNR recibida del canal de datos puede ser expresada como:

$$SNR_{DCH}(n) = SNR_{deseada} + \Delta PSD(n), \quad \text{Ec. (13)}$$

donde $SNR_{DCH}(n)$ es la SNR recibida del canal de datos en el intervalo n de actualización.

15 La ecuación (13) supone que el canal de datos y el canal de CQI tienen similares estadísticas de interferencia. Este es el caso, p. ej., si los canales de CQI y de datos en distintos sectores pueden interferir entre sí. En caso contrario, un desfase de interferencia entre el canal de CQI y el canal de datos puede ser determinado (p. ej., por la estación base, y difundido a los terminales) y puede ser tenido en cuenta en la ecuación (12).

20 La PSD de transmisión del canal de datos puede ser fijada en base a diversos factores, tales como (1) la magnitud de interferencia intersectorial que el terminal podría causar a otros terminales en sectores vecinos, (2) la magnitud de interferencia intrasectorial que el terminal podría causar a otros terminales en el mismo sector, (3) el máximo nivel de potencia permitido para el terminal y, (4) posiblemente, otros factores.

25 La magnitud de interferencia intersectorial que un terminal podría causar puede ser determinada de diversas maneras. En una realización, la magnitud de interferencia intersectorial causada por el terminal puede ser estimada por cada estación base vecina, y enviada al terminal, que puede entonces ajustar en consecuencia su potencia de transmisión. Este informe individualizado de interferencia puede requerir una exhaustiva señalización de sobregasto. En otra realización, la magnitud de interferencia intersectorial que el terminal podría causar puede ser estimado groseramente en base a (1) la interferencia total observada por cada estación base vecina, (2) las ganancias de canal para las estaciones base servidoras y vecinas, y (3) el nivel de potencia de transmisión usado por el terminal. Esta realización se describe más adelante.

30 Cada estación base puede estimar la magnitud total, o media, de interferencia observada por esa estación base. La interferencia puede ser cuantificada por un valor de interferencia-sobre-térmico (IOT), o con alguna otra cantidad. IOT es una razón entre la potencia total de interferencia observada por la estación base y la potencia de ruido térmico. En una realización, la estación base genera un valor o informe de interferencia de otros sectores (OSI), según lo siguiente:

$$OSI_m(n) = \begin{cases} '2' & \text{si } IOT_{med,m}(n) \geq IOT_{alta}, \\ '1' & \text{si } IOT_{alta} > IOT_{med,m}(n) \geq IOT_{deseada}, \\ '0' & \text{si } IOT_{deseada} > IOT_{med,m}(n) \end{cases} \quad \text{Ec. (14)}$$

donde

35 $IOT_{med,m}(n)$ es una IOT medida para el sector m en el intervalo n de actualización,

$IOT_{deseada}$ es un punto operativo deseado para el sistema,

IOT_{alta} es un umbral alto para la interferencia intersectorial, y

$OSI_m(n)$ es el valor de OSI para el sector m en el intervalo n de actualización.

En la realización mostrada en la ecuación (14), el valor de OSI se fija en '0' para indicar una baja interferencia

intersectorial, '1' para indicar alta interferencia intersectorial y '2' para indicar excesiva interferencia intersectorial. El valor de OSI puede también ser fijado de otras maneras. La estación base puede difundir el valor de OSI a los terminales en otros sectores.

5 Un terminal puede estimar la ganancia de canal (o pérdida de trayecto) para cada estación base que pueda recibir la transmisión de enlace inverso desde el terminal. La ganancia de canal para cada estación base puede ser estimada en base a la señal piloto recibida desde la estación base. Una razón de ganancia de canal puede ser calculada para cada estación base vecina, según lo siguiente:

$$r_m = \frac{g_s(n)}{g_m(n)},$$

Ec. (15)

donde

10 $g_s(n)$ es la ganancia de canal para la estación base servidora,

$g_m(n)$ es la ganancia de canal para la estación base vecina m , y

$r_m(n)$ es la razón de ganancia de canal para la estación base vecina m .

15 La razón de ganancia de canal para cada estación base vecina puede ser considerada como una distancia relativa que indica la distancia a esa estación base vecina con respecto a la distancia a la estación base servidora. En general, la razón de ganancia de canal para una estación base vecina aumenta según el terminal se acerca a la estación base servidora y disminuye según el terminal se acerca al borde de la cobertura.

Un terminal puede monitorizar los valores de OSI difundidos por las estaciones base vecinas. En una realización, el terminal considera solamente el valor de OSI de la estación base vecina más potente, que tiene la más pequeña razón de ganancia de canal. El terminal puede ajustar su delta de PSD de transmisión según lo siguiente:

$$\Delta\text{PSD}(n+1) = \begin{cases} \Delta\text{PSD}(n) - \delta_{\text{abajo}}, & \text{si el valor de OSI} = '1' \text{ o } '2', \\ \Delta\text{PSD}(n) + \delta_{\text{arriba}}, & \text{si el valor de OSI} = '0' \end{cases} \quad \text{Ec. (16)}$$

20 donde

δ_{arriba} es un tamaño de paso hacia arriba para la delta de la PSD de transmisión, y

δ_{abajo} es un tamaño de paso hacia abajo para la delta de la PSD de transmisión.

25 En la ecuación (16), si el valor de OSI de la estación base vecina más potente está fijada en '1' o '2', debido a que esa estación base registra una interferencia intersectorial mayor que la nominal, entonces la delta de PSD de transmisión puede ser ajustada hacia abajo. Por el contrario, si el valor de OSI está fijado en '0', entonces la delta de PSD de transmisión puede ser ajustada hacia arriba. δ_{arriba} y δ_{abajo} determinan la magnitud del ajuste para la delta de PSD de transmisión. En una realización, δ_{arriba} y δ_{abajo} son valores fijos. En otra realización, δ_{arriba} y δ_{abajo} son valores variables que pueden depender del nivel actual de la potencia de transmisión, o de la delta actual de PSD de transmisión para el terminal, la razón de ganancia de canal para la estación base vecina más potente y / o de otros factores.

30 En otras realizaciones, el terminal puede considerar los valores de OSI de múltiples estaciones base vecinas. En cualquier caso, los valores de OSI desde las estaciones base vecinas determinan la dirección en la cual ajustar la delta de PSD de transmisión.

35 Una realización específica para mantener la interferencia intersectorial dentro de niveles aceptables ha sido descrita en lo precedente. La interferencia intersectorial también puede ser mantenida dentro de niveles aceptables en base a otros parámetros y / o de otras maneras.

40 Aunque los canales de datos para cada sector están designados para ser ortogonales entre sí, alguna pérdida de ortogonalidad puede ser el resultado de la interferencia entre portadoras (ICI), la interferencia entre símbolos (ISI), etc. Esta pérdida de ortogonalidad causa interferencia intrasectorial. Para mitigar la interferencia intrasectorial, la PSD de transmisión de cada terminal puede ser controlada de modo que la magnitud de interferencia intrasectorial que el terminal pueda causar a otros terminales en el mismo sector sea mantenida dentro de niveles aceptables. En una realización, la interferencia intrasectorial aceptable es alcanzada restringiendo la delta de PSD de transmisión para que esté dentro de una gama predeterminada, según lo siguiente:

$$\Delta\text{PSD}(n) \in [\Delta\text{PSD}_{\text{max}}, \Delta\text{PSD}_{\text{min}}], \quad \text{Ec. (17)}$$

donde $\Delta\text{PSD}_{\text{max}}$ es la máxima delta de PSD de transmisión y $\Delta\text{PSD}_{\text{min}}$ es la mínima delta de PSD de transmisión admisible para el canal de datos.

5 La **FIG. 7** muestra una realización de un mecanismo 700 de control de potencia que puede ser usado para el canal de datos. El terminal 120x se comunica con la estación base servidora 110x y puede causar interferencia a las estaciones base vecinas 110a a 110m. El mecanismo 700 de control de potencia incluye (1) un bucle 710 de referencia que funciona entre el terminal 120x y la estación base servidora 110x, y (2) un bucle externo 712 de datos que funciona entre el terminal 120x y las estaciones base vecinas 110a a 110m. El bucle 710 de referencia y el bucle externo 712 de datos pueden funcionar simultáneamente, pero pueden ser actualizados a distintas velocidades, p. ej., el bucle 710 de referencia puede ser actualizado más frecuentemente que el bucle externo 712 de datos. Para mayor simplicidad, la FIG. 7 muestra solamente la parte de los bucles 710 y 712 que reside en el terminal 120x.

15 El bucle 710 de referencia proporciona el nivel de PSD de referencia en la ecuación (12). El bucle 710 de referencia puede ser el bucle interno 410 en la FIG. 4, el primer bucle 510 en la FIG. 5 o algún otro bucle que funcione en base a un canal designado. En la realización mostrada en la FIG. 7, el bucle 710 de referencia está implementado con el bucle interno 410, y la PSD de transmisión del canal de CQI es usada como el nivel de PSD de referencia.

20 El bucle externo 712 de datos ajusta la PSD de transmisión del canal de datos para que sea tan alta como sea posible, manteniendo a la vez la interferencia intrasectorial e intersectorial dentro de niveles aceptables. Para el bucle externo 712 de datos, cada estación base vecina 110 recibe transmisiones por el enlace inverso, estima la interferencia intersectorial registrada por esa estación base desde los terminales en otros sectores, genera un valor de OSI basado en la estimación de interferencia, p. ej., según lo mostrado en la ecuación (14), y difunde el valor de OSI a los terminales en los otros sectores.

25 En el terminal 120x, un procesador 480 de OSI recibe los valores de OSI difundidos por las estaciones base vecinas y proporciona los valores detectados de OSI a una unidad 484 de cálculo de las deltas de PSD de transmisión. Un estimador 482 de canal recibe señales piloto desde las estaciones base servidoras y vecinas, estima la ganancia de canal para cada estación base y proporciona las ganancias de canal estimadas para todas las estaciones base a la unidad 484. La unidad 484 determina las razones de ganancia de canal para las estaciones base vecinas y ajusta adicionalmente la delta de PSD de transmisión en base a los valores de OSI detectados, las razones de ganancia de canal y las máximas y mínimas deltas de PSD de transmisión, según lo descrito anteriormente.

30 Una unidad 486 de cálculo puede determinar el nivel de PSD de referencia en base a la potencia de transmisión del canal de CQI, según lo siguiente:

$$\text{PSD}_{\text{REF}}(n) = \frac{P_{\text{CQI}}(n)}{N_{\text{CQI}}}, \quad \text{Ec. (18)}$$

35 donde N_{CQI} es el número de subportadoras usado para el segmento de control de CDMA sobre el cual se envía el canal de CQI. La unidad 486 calcula luego la PSD de transmisión del canal de datos en base al nivel de PSD de referencia y la delta de PSD de transmisión, p. ej., según se muestra en la ecuación (12). La unidad 486 puede calcular luego la potencia de transmisión del canal de datos en base a la PSD de transmisión, según lo siguiente:

$$P_{\text{DCH}}(n) = \text{PSD}_{\text{DCH}}(n) \cdot N_{\text{DCH}}, \quad \text{Ec. (19)}$$

donde

N_{DCH} es el número de subportadoras usadas para el canal de datos, y

$P_{\text{DCH}}(n)$ es la potencia de transmisión del canal de datos en el intervalo n de actualización.

40 El procesador / modulador 464 de datos de TX usa la potencia de transmisión $P_{\text{DCH}}(n)$ para la transmisión de datos a la estación base servidora 110x.

45 El terminal 120x puede enviar diversos tipos de información de retroalimentación a la estación base servidora 110x. Por ejemplo, el terminal 120x puede enviar la delta de PSD de transmisión, el máximo número de subportadoras que el terminal puede soportar en la delta actual de PSD de transmisión, la calidad de servicio (QoS) deseada, el tamaño del almacén temporal, etc. El terminal 120x puede enviar la información de retroalimentación (p. ej., la delta de PSD de transmisión y / o el número máximo de subportadoras con soporte) cada pocos intervalos de actualización, para reducir la magnitud de la señalización, y también puede enviar la información mediante señalización en la banda por el canal de datos. Si el terminal 120x tiene una baja delta de PSD de transmisión, entonces al terminal se pueden asignar más

subportadoras a fin de utilizar más de, o toda, la potencia de transmisión disponible.

4. Estabilidad del sistema

- 5 Para los canales de control de CDMA en el enlace inverso, la transmisión de CDMA desde cada terminal actúa como interferencia para las transmisiones de CDMA desde otros terminales en una estación base. Las técnicas de control de potencia descritas en la presente memoria ajustan la potencia de transmisión de cada terminal para alcanzar el nivel deseado de prestaciones, minimizando a la vez la interferencia a otros terminales. La capacidad y estabilidad de los canales de control de CDMA pueden ser cuantificadas por una razón de aumento-sobre-térmico (RoT), que es la razón entre la potencia total recibida en la estación base y la potencia de ruido térmico. En general, la capacidad aumenta para mayores RoT. Sin embargo, las ganancias de capacidad son mínimas por encima de un valor específico de RoT.
- 10 Un terminal tiene habitualmente una máxima potencia P_{max} transmisora dada, que puede ser especificada por requisitos regulatorios. El terminal transmite habitualmente a un nivel mayor de potencia para una mayor pérdida de trayecto, así como una mayor RoT, a fin de alcanzar la SNR deseada. Si la pérdida de trayecto es demasiado grande y / o la RoT es demasiado alta, entonces el terminal puede no ser capaz de alcanzar la SNR deseada con la máxima potencia de transmisión.
- 15 Una estación base puede limitar la RoT para garantizar que los terminales con alta pérdida de trayecto no queden en suspensión temporal, y para garantizar la estabilidad del sistema. La estación base puede estimar su RoT y comparar la RoT estimada con un umbral. Si la RoT estimada supera el umbral, entonces la estación base puede adoptar acciones correctivas para disminuir la RoT. Las acciones correctivas pueden incluir las siguientes:
- * Denegar a nuevos usuarios el acceso al sistema,
 - 20 * Desasignar a algunos usuarios a los que ya se ha concedido acceso al sistema,
 - * Aumentar la tasa de borrado / error deseada, y
 - * Adjudicar recursos adicionales para los canales de control.

La estación base también puede adoptar otras acciones correctivas, además de las enumeradas anteriormente.

- 25 Para los canales de datos de OFDMA en el enlace inverso, la interferencia intrasectorial es mínima, y la capacidad y estabilidad de una estación base están determinadas por la IOT. De este modo, para los canales de datos de OFDMA, la IOT, antes que la RoT, puede ser controlada.

- La IOT puede ser reducida si se torna excesiva, a fin de evitar la suspensión temporal para usuarios desfavorecidos. Una estación base que experimenta una IOT excesiva puede difundir un valor de OSI de '2' por el aire. Los usuarios que puedan recibir este valor de OSI pueden reducir sus deltas de PSD de transmisión más rápidamente y / o en mayores
- 30 pasos. Para el control de interferencia basado en la red, una estación base que experimenta una IOT excesiva puede informar su IOT a las estaciones base vecinas. El informe de OSI intersectorial puede ser el mismo que el informe de OSI por el aire, o puede ser más exhaustivo. Una estación base también puede informar su RoT y / u otra información a las estaciones base vecinas. Las estaciones base vecinas pueden regular las transmisiones de datos controlando la admisión de nuevos usuarios a sus sectores, desasignando usuarios que ya han sido admitidos, planificando los usuarios en sus sectores de manera tal que reduzca la interferencia a las estaciones base vecinas, asignando los usuarios en sus sectores
- 35 a canales de datos que causen menos interferencia a las estaciones base vecinas, ajustando la potencia de transmisión de los usuarios, y / o realizar otras acciones a fin de mitigar la degradación para la estación base que experimenta una IOT o RoT excesiva. Por ejemplo, las otras estaciones base pueden reducir la potencia de transmisión de los usuarios en sus sectores toda vez que una IOT o RoT excesiva sea informada por otra estación base.

- 40 Un esquema de control de potencia también puede controlar todos los terminales para un valor deseado de R_{pOT} dado. Sin embargo, este esquema de control de potencia ignoraría el hecho de que los terminales en distintas ubicaciones causan distintas magnitudes de interferencia intersectorial, e ignorar este hecho puede reducir la capacidad del sistema. Además, un grado igual de caudal de servicio puede ser alcanzado en el sistema por el esquema de control de potencia de igual R_{pOT} , mientras que un caudal proporcionalmente equitativo también puede ser alcanzado por el esquema de
- 45 control de potencia basado en deltas, mostrado en la FIG. 7.

Las estaciones base pueden ser sincronizadas y pueden transmitir sus segmentos de control de CDMA en la misma región de tiempo y frecuencia. En este caso, los canales de control de CDMA para cada sector pueden ser ortogonales a los canales de datos de OFDMA en sectores vecinos. Por tanto, el control basado en RoT de los canales de control de CDMA puede no afectar al control basado en IOT de los canales de datos de OFDMA, y viceversa.

- 50 Las estaciones base pueden estar no sincronizadas y pueden transmitir sus segmentos de control de CDMA en distintas regiones del tiempo y de la frecuencia. En este caso, los canales de control de CDMA para cada sector pueden

experimentar mayor interferencia desde los canales de datos de OFDMA en sectores vecinos, y las prestaciones de los canales de control pueden ser degradadas. Esta degradación puede ser mitigada si el nivel de interferencia deseado en los canales de datos se fija cerca del nivel de interferencia deseado de los canales de control. Sin embargo, esta restricción puede reducir la capacidad de los canales de datos. La capacidad de datos puede ser mejorada si la degradación en los canales de control, debida a la interferencia intersectorial desde los canales de datos, puede ser tolerada o mitigada, p. ej., aumentando la dimensión del segmento de control de CDMA.

5. Sistema

La **FIG. 8** muestra una realización de un proceso 800 para realizar el control de potencia en un sistema que utiliza múltiples tecnologías de radio. El proceso 800 puede ser llevado a cabo por un terminal. Un canal de referencia es enviado usando una primera tecnología de radio, p. ej., CDMA (bloque 812). Un segundo canal es enviado usando una segunda tecnología de radio, p. ej., OFDMA (bloque 814). El canal de referencia puede ser un canal de control que lleva señalización, p. ej., información de CQI. El segundo canal puede ser un canal de datos que lleva datos de tráfico. La potencia de transmisión del canal de referencia es ajustada para alcanzar un nivel deseado de prestaciones para el canal de referencia (bloque 816). La potencia de transmisión del segundo canal es ajustado en base a la potencia de transmisión del canal de referencia (bloque 818).

La potencia de transmisión del canal de referencia puede ser ajustada en base a los comandos de PC, que pueden ser generados para alcanzar una calidad deseada de señal recibida para el canal de referencia en una estación base receptora. La potencia de transmisión del canal de referencia también puede ser ajustada en base a indicaciones de borrado para palabras código enviadas por el canal de referencia. El nivel deseado de prestaciones para el canal de referencia puede ser cuantificado por una tasa de borrado deseada y / o alguna otra medida. La calidad deseada de la señal recibida puede ser ajustada para alcanzar la tasa de borrado deseada. Los tamaños de paso hacia arriba o hacia abajo para la potencia de transmisión del canal de referencia también pueden ser fijados para alcanzar la tasa de borrado deseada.

Una delta de potencia de transmisión, o una delta de PSD de transmisión para el segundo canal, puede ser ajustada, p. ej., en base a estimaciones de interferencia. La potencia de transmisión del segundo canal puede entonces ser determinada en base a la potencia de transmisión del canal de referencia y a la delta de potencia de transmisión o a la delta de PSD de transmisión.

La **FIG. 9** muestra una realización de un aparato 900 para realizar el control de potencia en un sistema que utiliza múltiples tecnologías de radio. El aparato 900 incluye uno o más procesadores para enviar un canal de referencia usando una primera tecnología de radio, p. ej., CDMA (bloque 912), uno o más procesadores para enviar un segundo canal usando una segunda tecnología de radio, p. ej., OFDMA (bloque 914), uno o más procesadores para ajustar la potencia de transmisión del canal de referencia, a fin de alcanzar un nivel deseado de prestaciones para el canal de referencia (bloque 916), y uno o más procesadores para ajustar la potencia de transmisión del segundo canal en base a la potencia de transmisión del canal de referencia (bloque 918).

La **FIG. 10** muestra una realización de un proceso 1000 para realizar el control de potencia para un canal de control, p. ej., un canal de ACK. Se determina un nivel de potencia de transmisión de referencia (bloque 1012). El nivel de potencia de transmisión de referencia puede ser la potencia de transmisión de un canal de referencia, que puede estar controlado en cuanto a la potencia, para alcanzar un nivel deseado de prestaciones para el canal de referencia. Los errores en la señalización enviada por un canal de control son detectados, p. ej., implícitamente, sin recibir retroalimentación que indique los errores (bloque 1014). La señalización pueden ser los ACK, y los errores en los ACK enviados por el canal de control pueden ser detectados en base a los paquetes de datos recibidos por un canal de datos. La potencia de transmisión del canal de control es ajustada en base al nivel de potencia de transmisión de referencia y a los errores detectados en el canal de control (bloque 1016).

La **FIG. 11** muestra una realización de un aparato 1100 para realizar el control de potencia para un canal de control, p. ej., un canal de ACK. El aparato 1100 incluye uno o más procesadores para determinar un nivel de potencia de transmisión de referencia (bloque 1112), uno o más procesadores para detectar errores en la señalización enviada por un canal de control, p. ej., implícitamente, sin recibir retroalimentación que indique los errores (bloque 1114), y uno o más procesadores para ajustar la potencia de transmisión del canal de control en base al nivel de potencia de transmisión de referencia y a los errores detectados en el canal de control (bloque 1116).

La **FIG. 12** muestra una realización de un proceso 1200 para realizar el control de potencia para un canal de datos. Se determina un nivel de PSD de referencia, p. ej., en base a la potencia de transmisión de un canal de referencia, que puede estar controlado en cuanto a la potencia, para alcanzar un nivel deseado de prestaciones para el canal de referencia (bloque 1212). Una delta de PSD de transmisión es ajustada, p. ej., en base a estimaciones de interferencia (bloque 1214). Una PSD de transmisión del canal de datos es determinada en base al nivel de PSD de referencia y a la delta de PSD de transmisión (bloque 1216). La potencia de transmisión del canal de datos puede entonces ser determinada en

base a la PSD de transmisión y al número de subportadoras usadas para el canal de datos (bloque 1218). El canal de referencia puede ser enviado usando CDMA, y el canal de datos puede ser enviado usando OFDMA. Los canales de referencia y de datos también pueden ser enviados usando otras tecnologías de radio.

5 Para el bloque 1214, los informes de interferencia pueden ser recibidos desde estaciones base. Las ganancias de canal para las estaciones base pueden ser estimadas, p. ej., en base a señales piloto recibidas desde las estaciones base. La delta de PSD de transmisión puede luego ser ajustada en base a las ganancias de canal estimadas para las estaciones base y a los informes de interferencia recibidos desde la estación base. Por ejemplo, la delta de PSD de transmisión puede ser reducida si al menos una (p. ej., la más potente) estación base vecina indica alta interferencia, y puede ser aumentada si dicha al menos una estación base no indica alta interferencia. La delta de PSD de transmisión puede ser limitada para que esté dentro de una gama de valores determinada por las máximas y mínimas deltas de PSD admitidas para el canal de datos.

10 La **FIG. 13** muestra una realización de un aparato 1300 para realizar el control de potencia para un canal de datos. El aparato 1300 incluye uno o más procesadores para determinar un nivel de PSD de referencia, p. ej., en base a la potencia de transmisión de un canal de referencia (bloque 1312), uno o más procesadores para ajustar una delta de PSD de transmisión, p. ej., en base a estimaciones de interferencia (bloque 1314), uno o más procesadores para determinar una PSD de transmisión del canal de datos, en base al nivel de PSD de referencia y a la delta de PSD de transmisión (bloque 1316), y uno o más procesadores para determinar la potencia de transmisión del canal de datos en base a la PSD de transmisión y al número de subportadoras usadas para el canal de datos (bloque 1318).

20 La **FIG. 14** muestra un diagrama de bloques de una realización del terminal 120x, la estación base servidora 110x y la estación base vecina 110m en el sistema 100. Para mayor claridad, la siguiente descripción supone el uso de los mecanismos 400, 600 y 700 de control de potencia en las FIGS. 4, 6 y 7, respectivamente.

25 En la estación base servidora 110x, un procesador 1414x de datos de TX recibe datos de tráfico desde un origen 1412x de datos, y señalización desde un controlador / procesador 1430x y un planificador 1434x. Por ejemplo, el controlador / procesador 1430x puede proporcionar comandos de PC para ajustar la potencia de transmisión de los terminales en comunicación con la estación base 120x, y el planificador 1434x puede proporcionar asignaciones de canales de datos y / o subportadoras para los terminales. El procesador 1414x de datos de TX procesa (p. ej., codifica, intercala y correlaciona con símbolos) los datos de tráfico y la señalización, y proporciona símbolos. Un modulador (Mod) 1416x realiza la modulación de OFDM para los canales de datos enviados usando OFDMA, realiza la modulación del CDMA para los canales de control enviados usando CDMA y proporciona una secuencia de segmentos de valores complejos. Un transmisor (TMTR) 1418x acondiciona (p. ej., convierte a analógico, amplifica, filtra y aumenta la frecuencia) la secuencia de segmentos y genera una señal de enlace directo, que es transmitida mediante una antena 1420x.

30 La estación base vecina 110m procesa de manera similar los datos de tráfico y la señalización para los terminales servidos por esa estación base. La estación base 110m también envía informes de OSI que indican la magnitud de interferencia registrada por la estación base. Los datos de tráfico y la señalización son procesados por un procesador 1414m de datos de TX, modulados por un modulador 1416m, acondicionados por un transmisor 1418m y transmitidos mediante una antena 1420m.

35 En el terminal 120x, una antena 1452 recibe las señales de enlace directo desde las estaciones base 110x y 110m, y posiblemente otras estaciones base. Un receptor (RCVR) 1454 acondiciona (p. ej., filtra, amplifica, reduce la frecuencia y digitaliza) una señal recibida desde la antena 1452, y proporciona muestras. Un demodulador (Demod) 1456 realiza la demodulación de OFDM para el canal de datos, realiza la demodulación de CDMA para los canales de control y proporciona estimaciones de símbolos. Un procesador 1458 de datos de RX procesa (p. ej., decorrelaciona símbolos, desintercala y descodifica) las estimaciones de símbolos, proporciona datos descodificados a un sumidero 1460 de datos y proporciona la señalización detectada (p. ej., comandos de PC, informes de OSI, etc.) a un controlador / procesador 1470.

40 En el enlace inverso, un procesador 1482 de datos de TX recibe y procesa datos de tráfico desde un origen 1480 de datos, y señalización (p. ej., ACK, palabras código de CQI) desde el controlador / procesador 1470. Un modulador 1484 realiza la modulación de OFDM para un canal de datos enviado usando OFDMA, realiza la modulación de CDMA para canales de control enviados usando CDMA y proporciona una secuencia de segmentos. Un transmisor 1486 acondiciona la secuencia de segmentos y genera una señal de enlace inverso, que es transmitida desde la antena 1452.

45 En la estación base servidora 110x, las señales de enlace inverso desde el terminal 120x, y otros terminales, son recibidas por la antena 1420x, acondicionadas por un receptor 1440x, demoduladas por un demodulador 1442x y procesadas por un procesador 1444x de datos de RX. El procesador 1444x proporciona datos descodificados a un sumidero 1446x de datos, y la señalización detectada, al controlador / procesador 1430x. El receptor 1440x puede estimar la calidad de señal recibida de un canal de referencia (p. ej., el canal de CQI) para cada terminal, y puede proporcionar esta información al controlador / procesador 1430x. El controlador / procesador 1430x puede obtener comandos de PC e / o indicaciones de

borrado para cada terminal, según lo descrito anteriormente.

5 Los controladores / procesadores 1430x, 1430m y 1470 dirigen las operaciones de diversas unidades de procesamiento en las estaciones base 110x y 110m, y el terminal 120x, respectivamente. Estos controladores / procesadores también pueden realizar diversas funciones para el control de potencia. Por ejemplo, el controlador / procesador 1430x puede implementar algunas de, o todas, las unidades 420 a 442 mostradas en las FIGS. 4 a 7 para la estación base 110x. El controlador 1470 puede implementar algunas de, o todas, las unidades 460 a 486 mostradas en las FIGS. 4 a 7 para el terminal 120x. El controlador 1470 también puede implementar los procesos 800, 1000 y / o 1200 mostrados en las FIGS. 8, 10 y 12, respectivamente. Las memorias 1432x, 1432m y 1472 almacenan datos y códigos de programa para las estaciones base 110x y 110m, y el terminal 120x, respectivamente. El planificador 1434x planifica terminales en comunicación con la estación base 110x y asigna canales de datos y / o subportadoras a los terminales planificados.

15 Las técnicas de control de potencia descritas en la presente memoria pueden ser implementadas por diversos medios. Por ejemplo, estas técnicas pueden ser implementadas en hardware, firmware, software o una combinación de los mismos. Para una implementación en hardware, las unidades de procesamiento usadas para realizar el control pueden ser implementadas dentro de uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), formaciones de compuertas programables en el terreno (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, dispositivos electrónicos, otras unidades electrónicas diseñadas para realizar las funciones descritas en la presente memoria, o una combinación de los mismos.

20 Para una implementación en firmware y / o software, las técnicas de control de potencia pueden ser implementadas con instrucciones (p. ej., procedimientos, funciones, etc.) que pueden ser utilizadas por uno o más procesadores para realizar las funciones descritas en la presente memoria. Los códigos de firmware y / o software pueden ser almacenados en una memoria (p. ej., la memoria 1432x o 1472 en la FIG. 14) y ejecutados por un procesador (p. ej., el procesador 1430x o 1470). La memoria puede ser implementada dentro del procesador, o ser externa al procesador.

25 Los encabezamientos son incluidos en la presente memoria para referencia y para asistir en la localización de ciertas secciones. Estos encabezamientos no están concebidos para limitar el alcance de los conceptos descritos a continuación de los mismos, y estos conceptos pueden tener aplicabilidad en otras secciones en toda la extensión de la especificación.

30 La anterior descripción de las realizaciones reveladas se proporciona para permitir a cualquier persona experta en la tecnología fabricar o usar la presente revelación. Diversas modificaciones para estas realizaciones serán inmediatamente evidentes a los expertos en la tecnología, y los principios genéricos definidos en la presente memoria pueden ser aplicados a otras realizaciones sin apartarse del alcance de la revelación. De tal modo, la presente revelación no está concebida para limitarse a las realizaciones mostradas en la presente memoria, sino que ha de concedérsele el más amplio alcance congruente con los principios y características novedosas revelados en la presente memoria.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende:
 - medios (912) para enviar una primera señal por un canal de referencia, usando una primera tecnología de radio, **caracterizado porque** el aparato comprende adicionalmente:
- 5 medios (914) para enviar una segunda señal por un segundo canal, usando una segunda tecnología de radio que es distinta a la primera tecnología de radio;
- medios (916) para ajustar una potencia de transmisión del canal de referencia, al menos en parte, para lograr un nivel deseado de prestaciones para el canal de referencia; y
- 10 medios (918) para ajustar una potencia de transmisión del segundo canal de referencia, en base, al menos en parte, a una densidad espectral de potencia de transmisión, PSD, del canal de referencia.
2. El aparato de la reivindicación 1, que comprende:
 - al menos un procesador configurado:
 - para transmitir el canal de referencia usando la primera tecnología de radio,
 - 15 para transmitir el segundo canal usando la segunda tecnología de radio, que es distinta a la primera tecnología de radio,
 - para ajustar la potencia de transmisión del canal de referencia, al menos en parte, para lograr el nivel deseado de prestaciones para el canal de referencia, y
 - para ajustar la potencia de transmisión del segundo canal, en base, al menos en parte, a la PSD de transmisión del canal de referencia; y
 - 20 una memoria acoplada a dicho al menos un procesador.
3. El aparato de la reivindicación 2, en el cual la primera tecnología de radio es el Acceso Múltiple por División del Código, CDMA, y la segunda tecnología de radio es el Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia, OFDMA.
4. El aparato de la reivindicación 2, en el cual el canal de referencia lleva señalización y el segundo canal lleva datos de tráfico.
- 25 5. El aparato de la reivindicación 2, en el cual dicho al menos un procesador está configurado para recibir comandos de control de potencia, PC, para el canal de referencia, y para ajustar la potencia de transmisión del canal de referencia en base a los comandos de PC recibidos.
6. El aparato de la reivindicación 5, en el cual los comandos de PC son generados, al menos en parte, para alcanzar una calidad deseada de señal recibida para el canal de referencia.
- 30 7. El aparato de la reivindicación 2, en el cual el nivel deseado de prestaciones para el canal de referencia está basado, al menos en parte, en una tasa de borrado deseada para una o más palabras código enviadas por el canal de referencia.
8. El aparato de la reivindicación 2, en el cual dicho al menos un procesador está configurado para recibir una o más indicaciones de borrado para una o más palabras código enviadas por el canal de referencia, y para ajustar la potencia de transmisión del canal de referencia, en base, al menos en parte, a dicha(s) indicación(es) de borrado.
- 35 9. El aparato de la reivindicación 2, en el cual dicho al menos un procesador está(n) configurado(s) para aumentar la potencia de transmisión del canal de referencia, en un paso hacia arriba, en respuesta a una palabra código enviada por el canal de referencia, detectada como un borrado, y para reducir la potencia de transmisión del canal de referencia, en un paso hacia abajo, en respuesta a la palabra código enviada, detectada como no borrada.
- 40 10. El aparato de la reivindicación 9, en el cual los pasos hacia arriba y hacia abajo son seleccionados en base, al menos en parte, a una tasa de borrado deseada para el canal de referencia.
11. El aparato de la reivindicación 2, en el cual dicho al menos un procesador está(n) configurado(s) para ajustar un valor de delta de PSD, en base, al menos en parte, a uno o más valores de estimación de interferencia, y para fijar la potencia de transmisión del segundo canal, en base, al menos en parte, al valor ajustado de la delta de PSD.
- 45 12. El aparato de la reivindicación 2, en el cual dicho al menos un procesador está(n) configurado(s) para ajustar un valor de delta de PSD, en base, al menos en parte, a una o más estimaciones de interferencia, a fin de determinar una PSD de

transmisión del segundo canal, en base, al menos en parte, a la delta de PSD de transmisión y a la PSD de transmisión del canal de referencia, y fijar la potencia de transmisión del segundo canal, al menos en parte, para alcanzar la PSD de transmisión del segundo canal.

5 13. El aparato de la reivindicación 2, en el cual el canal de referencia lleva información de indicación de calidad de canal, CQI.

14. Un procedimiento que comprende:

enviar (812) una primera señal por un canal de referencia, usando una primera tecnología de radio, **caracterizado porque** el procedimiento comprende adicionalmente:

10 enviar (814) una segunda señal por un segundo canal usando una segunda tecnología de radio que es distinta a la primera tecnología de radio;

ajustar (816) una potencia de transmisión del canal de referencia, al menos en parte, para alcanzar un nivel deseado de prestaciones para el canal de referencia; y

ajustar (818) una potencia de transmisión del segundo canal, en base, al menos en parte, a una densidad espectral de potencia, PSD, transmisora del canal de referencia.

15 15. El procedimiento de la reivindicación 14, en el cual el ajuste de la potencia de transmisión del canal de referencia comprende recibir uno o más comandos de control de potencia, PC, para el canal de referencia, y ajustar la potencia de transmisión del canal de referencia en base, al menos en parte, a dicho(s) comando(s) de PC.

20 16. El procedimiento de la reivindicación 14, en el cual al ajuste de la potencia de transmisión del canal de referencia comprende recibir una o más indicaciones de borrado para una o más palabras código enviadas por el canal de referencia, y ajustar la potencia de transmisión del canal de referencia en base, al menos en parte a dicha(s) indicación(es) de borrado.

17. El procedimiento de la reivindicación 14, en el cual el ajuste de la potencia de transmisión del segundo canal comprende ajustar un valor de delta de PSD en base a uno o más valores de estimación de interferencia, y fijar la potencia de transmisión del segundo canal en base, al menos en parte, al valor ajustado de la delta de PSD.

25 18. Un medio legible por un procesador, que incluya instrucciones en el mismo que puedan ser utilizadas por uno o más procesadores para realizar todas las etapas del procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17.

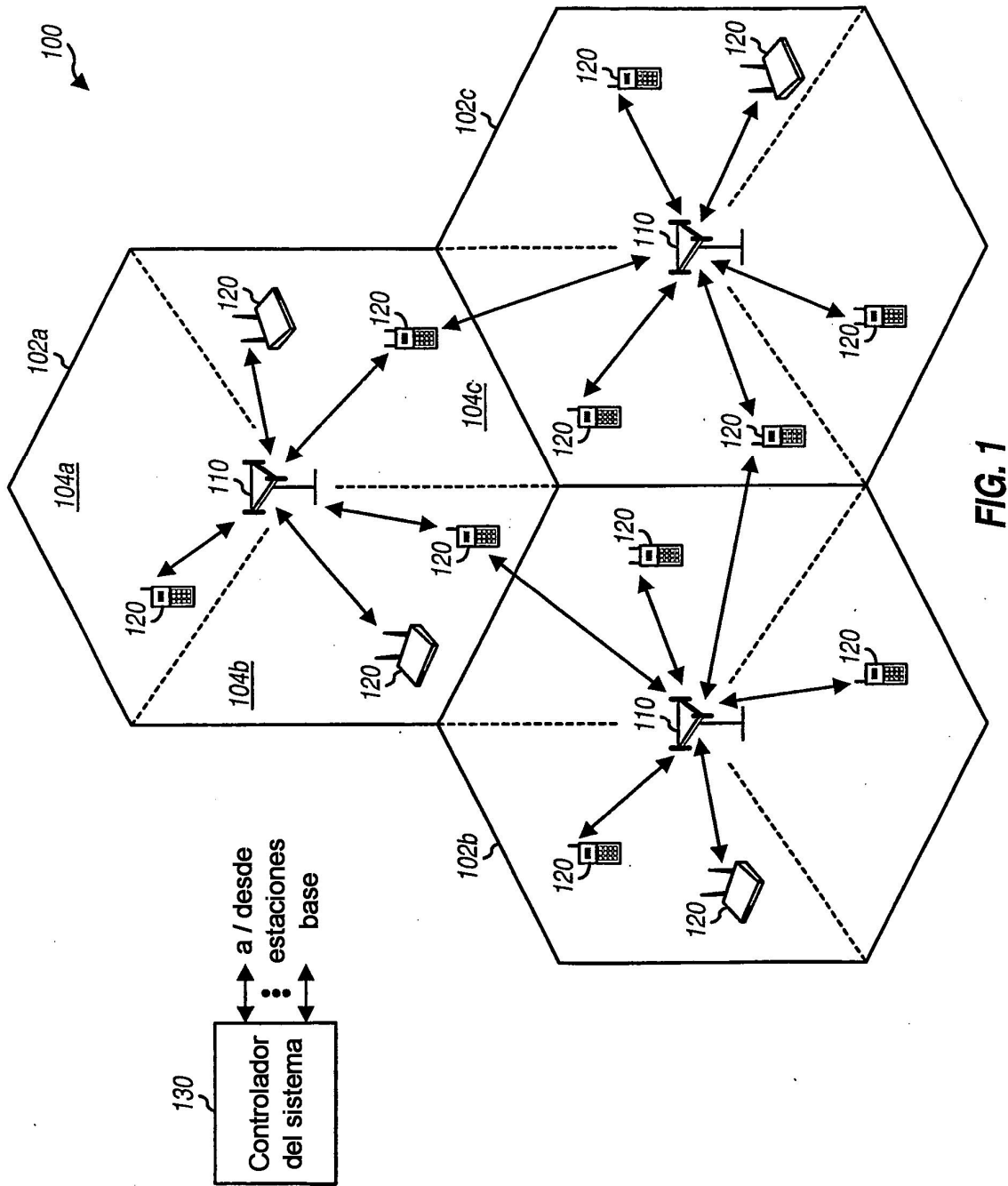


FIG. 1

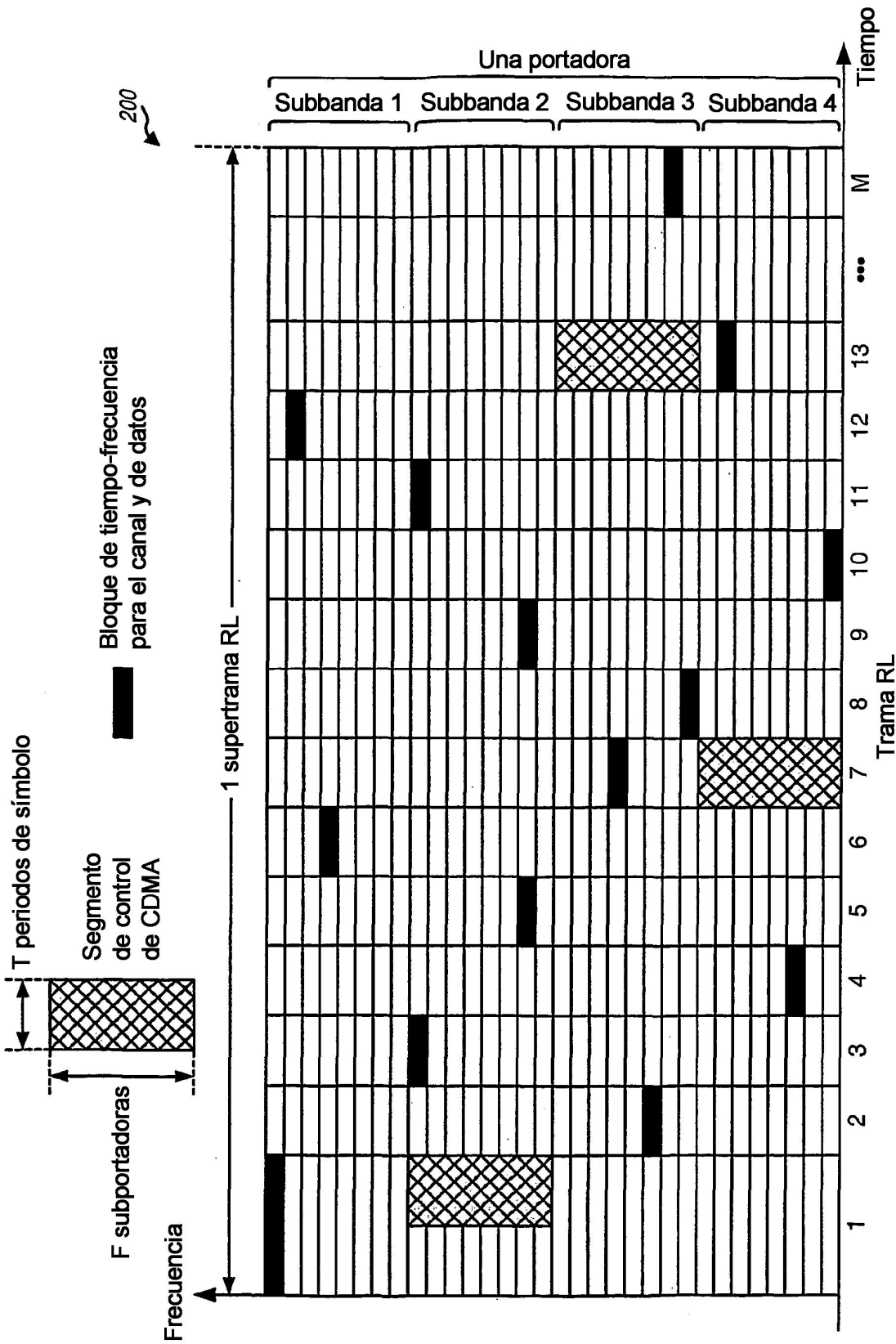


FIG. 2

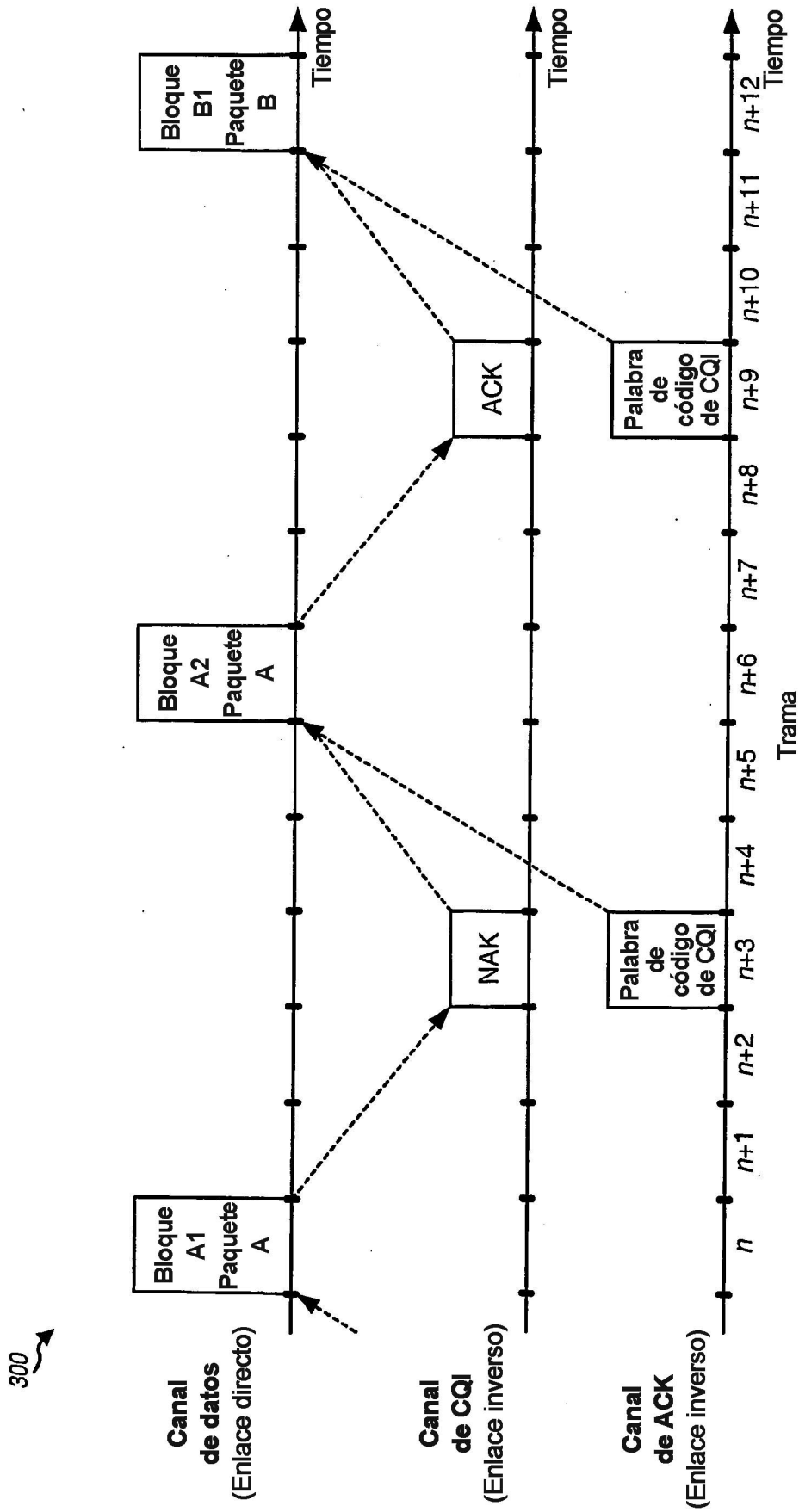


FIG. 3

300

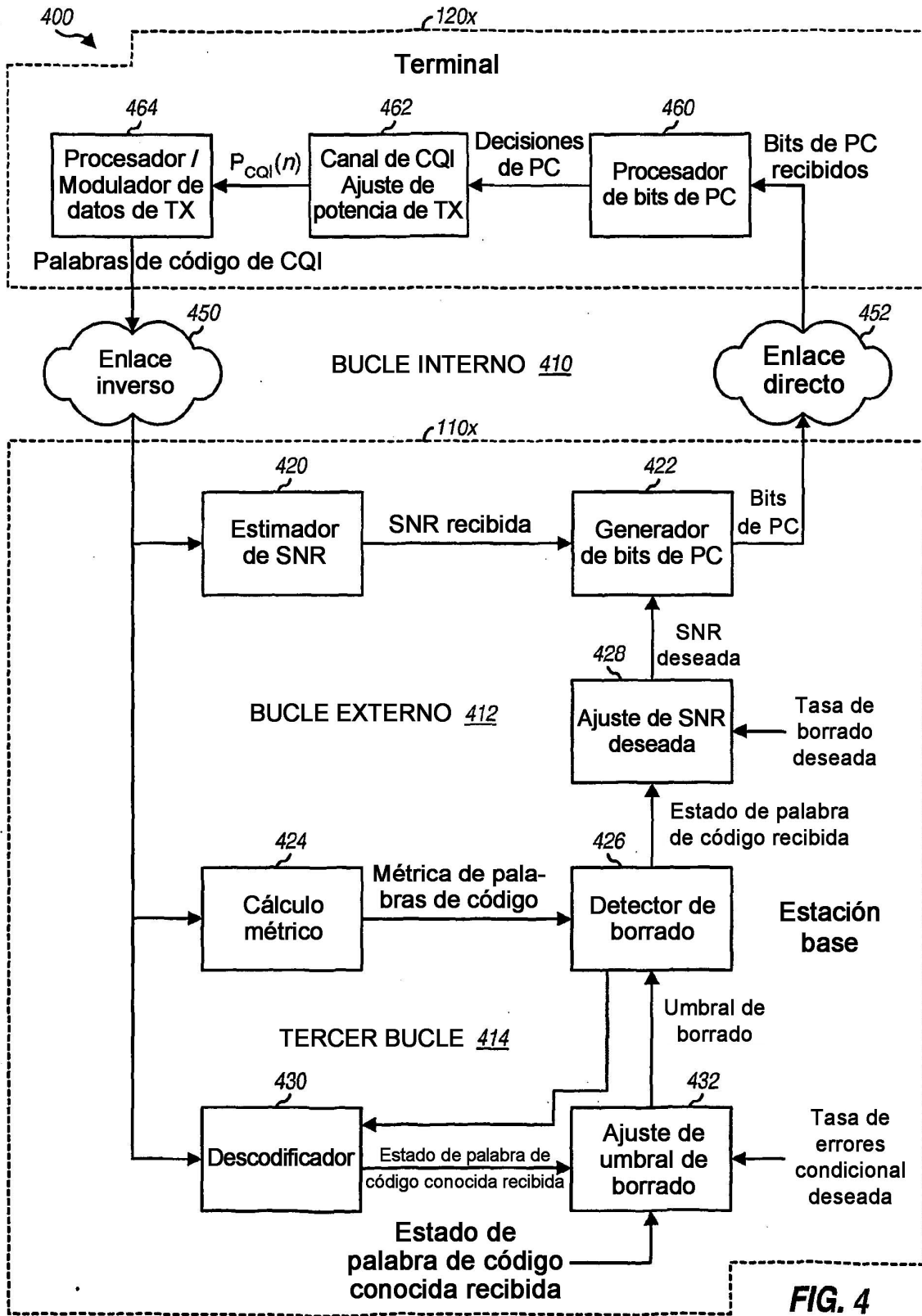


FIG. 4

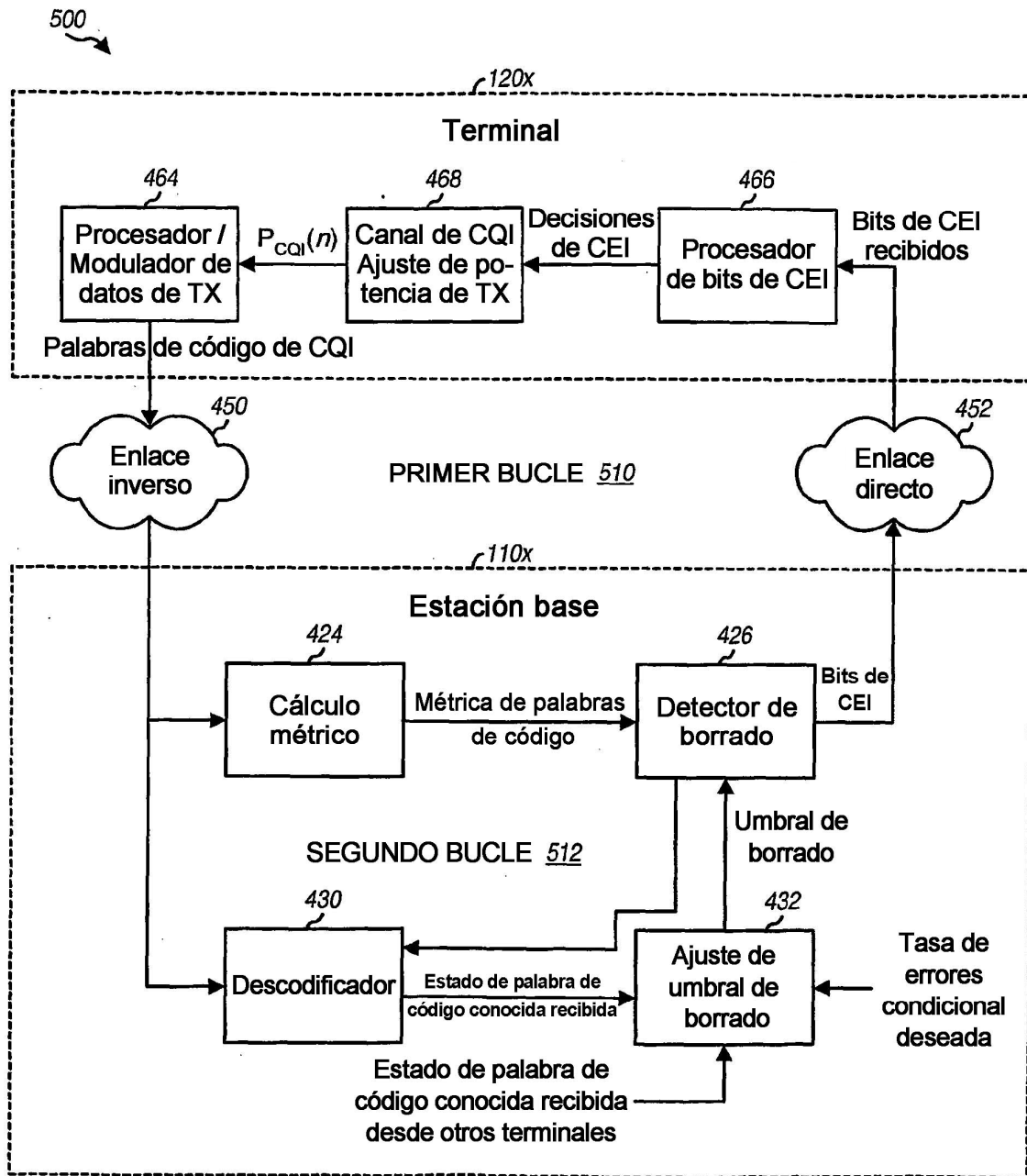


FIG. 5

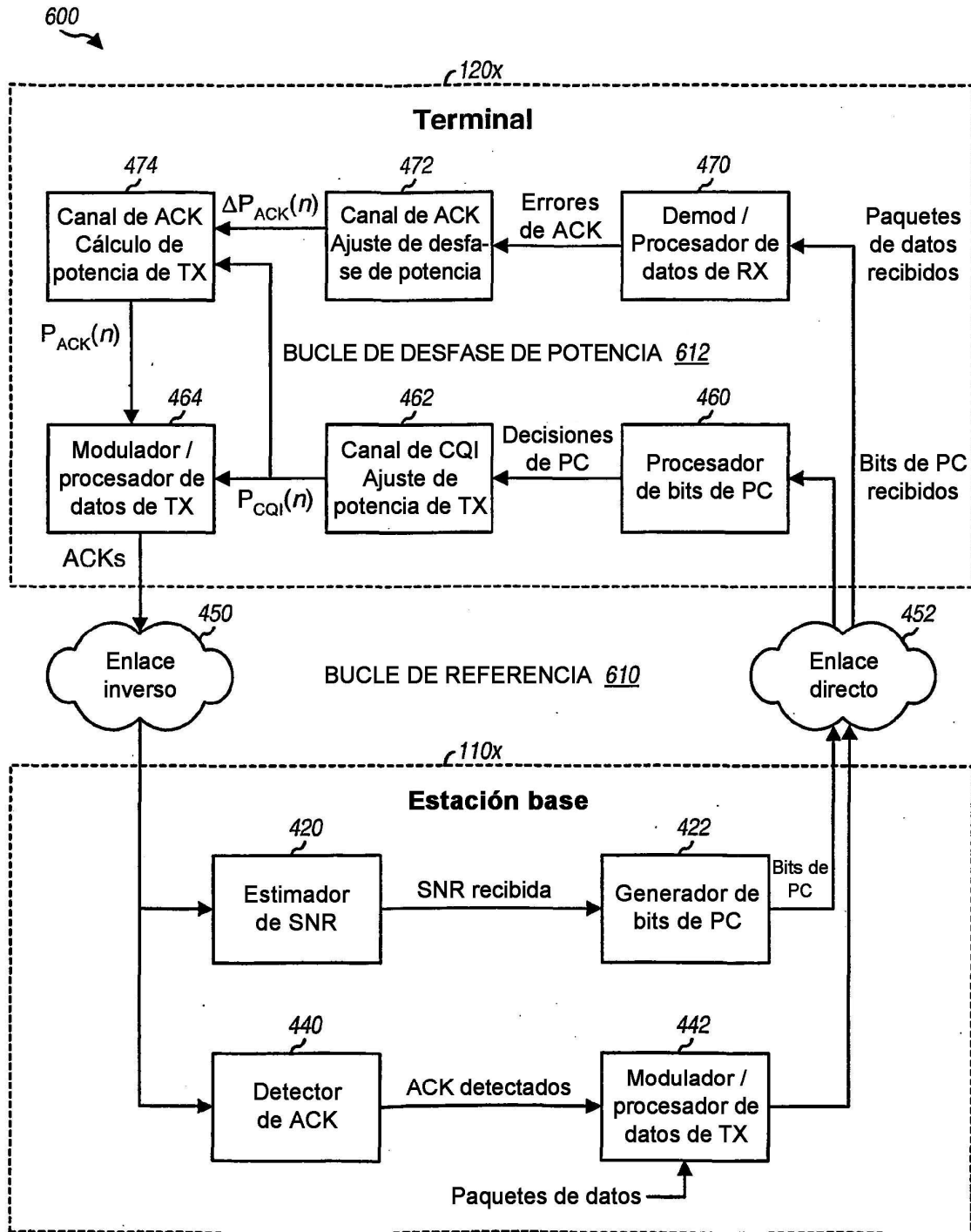


FIG. 6

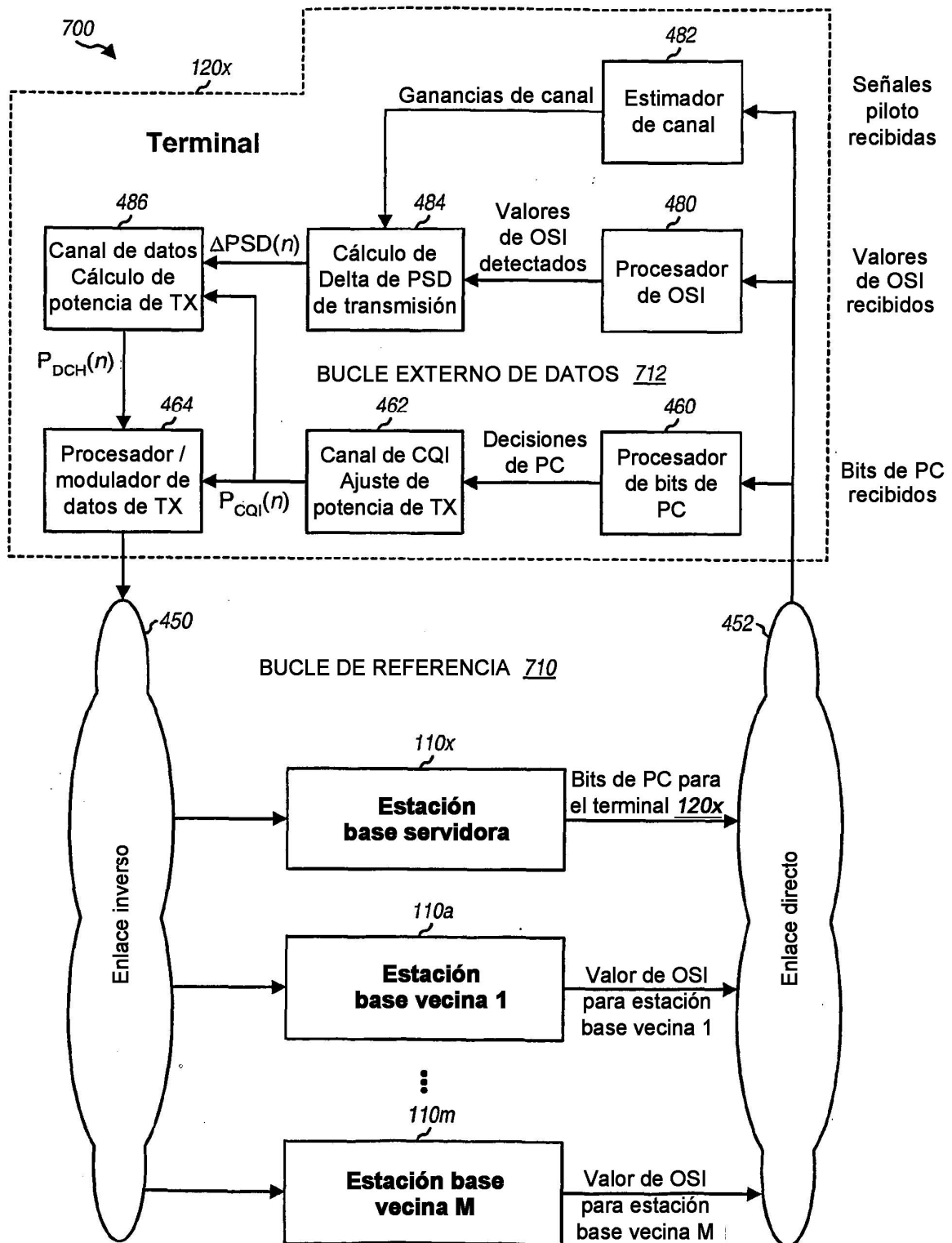


FIG. 7

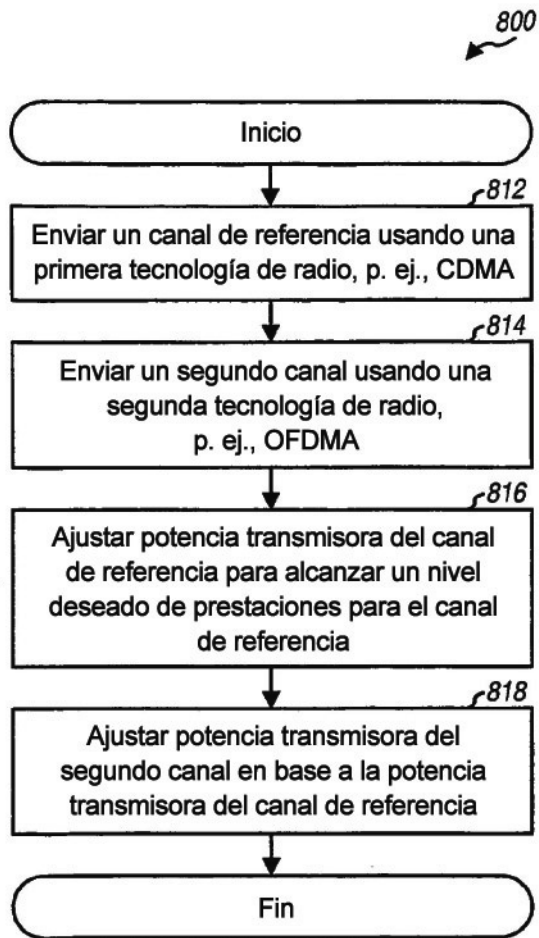


FIG. 8

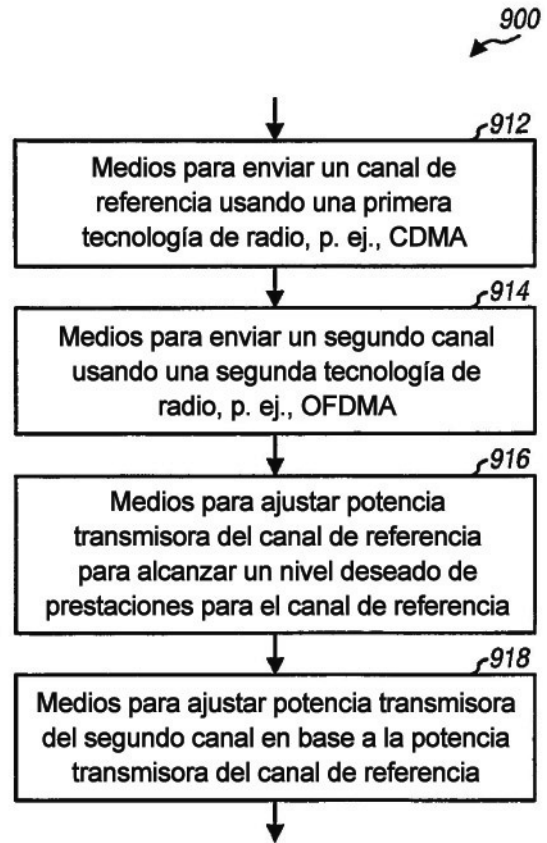


FIG. 9

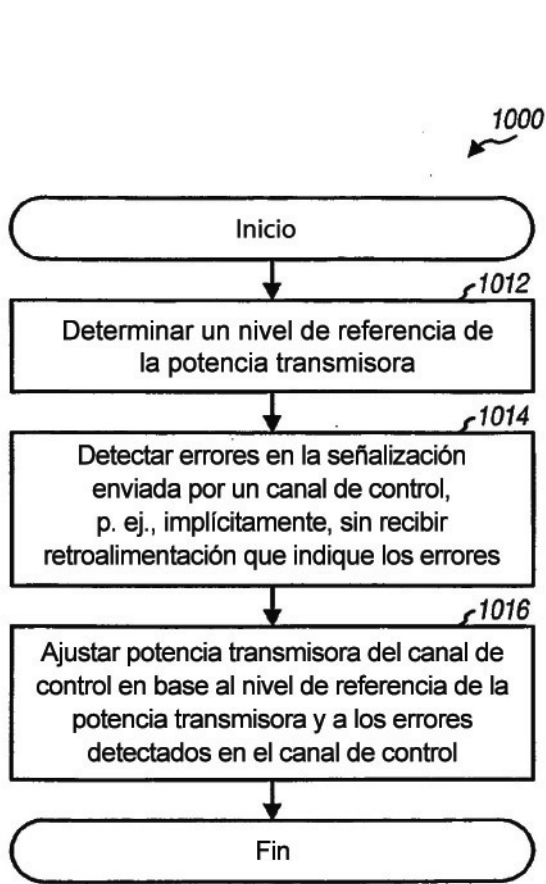


FIG. 10



FIG. 12

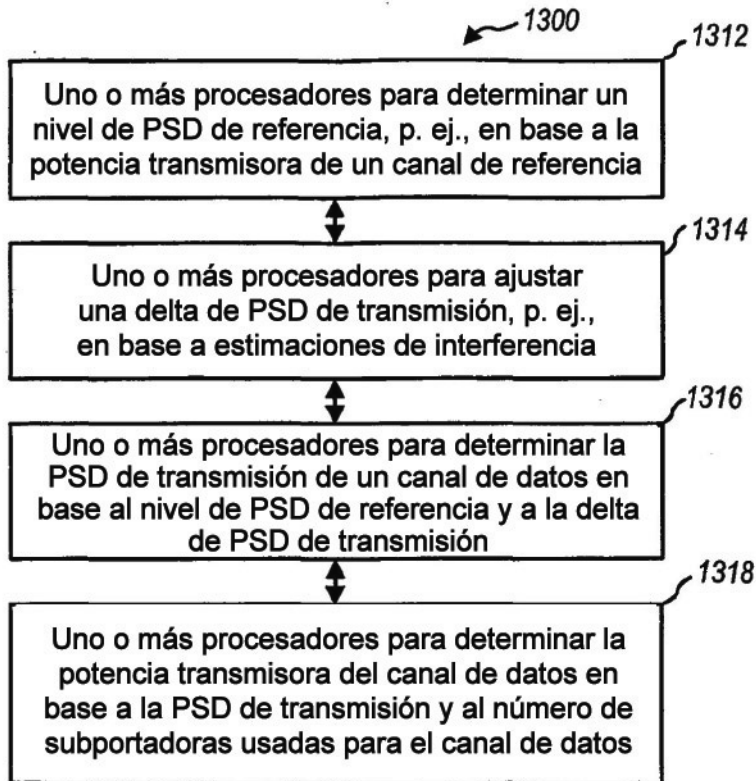


FIG. 13

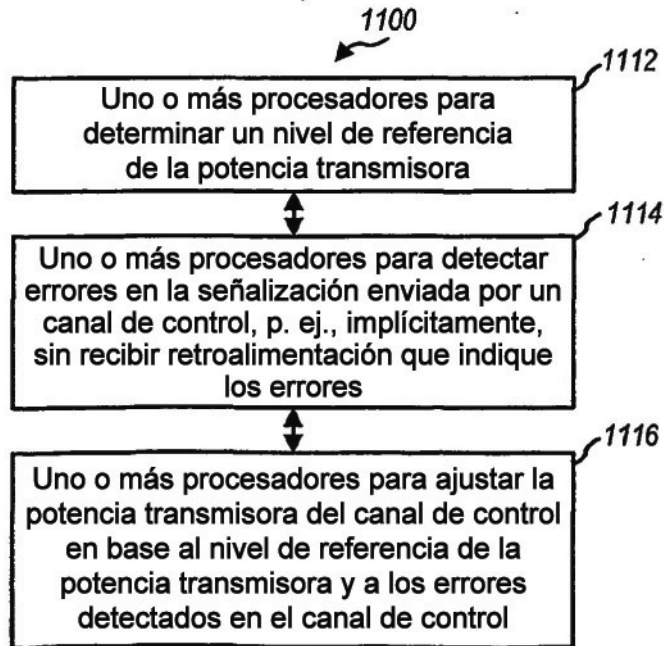


FIG. 11

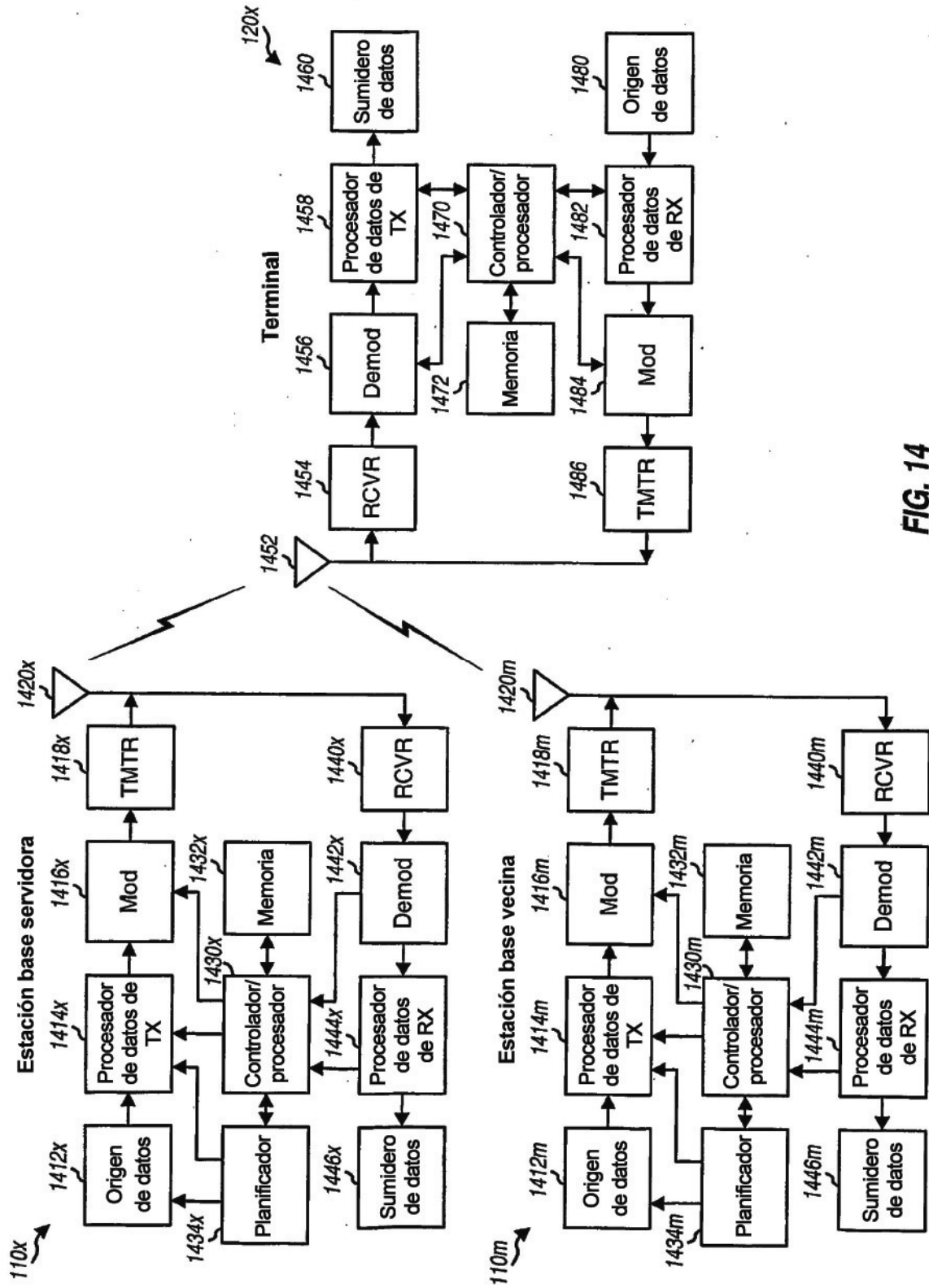


FIG. 14