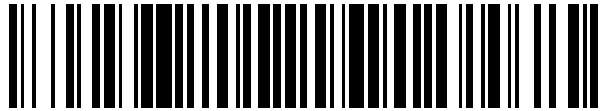


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 221**

51 Int. Cl.:

H04W 72/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2006 E 10010063 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.09.2014 EP 2265073**

54 Título: **Control de interferencias en un sistema de comunicación inalámbrico**

30 Prioridad:

15.03.2005 US 662176 P

21.06.2005 US 158584

02.12.2005 US 293686

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

24.11.2014

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)

5775 Morehouse Drive

San Diego CA 92121-1714 , US

72 Inventor/es:

MESE, MURAT;

SUTIVONG, ARAK;

JULIAN, DAVID JONATHAN y

JI, TINGFANG

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 523 221 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 interferencias en un sistema de comunicación inalámbrico

Antecedentes

I. Campo

- 5 La presente divulgación se refiere, en general, a comunicaciones y, más específicamente, al control de interferencias en un sistema de comunicación inalámbrico.

II. Antecedentes

10 Un sistema de comunicación de acceso múltiple inalámbrico puede comunicar simultáneamente con múltiples terminales en los enlaces directo e inverso. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicaciones desde las estaciones base a los terminales y el enlace inverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicaciones desde los terminales a las estaciones base. Múltiples terminales pueden transmitir datos simultáneamente en el enlace inverso y/o recibir datos en el enlace directo. Esto se consigue frecuentemente mediante el multiplexado de las transmisiones en cada enlace para que sean ortogonales entre sí en el dominio del tiempo, frecuencia y/o código.

15 En el enlace inverso, las transmisiones desde los terminales que comunican con diferentes estaciones base son típicamente no ortogonales entre sí. En consecuencia, cada terminal puede producir interferencias a otros terminales que comunican con estaciones bases cercanas y pueden recibir también interferencias desde estos otros terminales. El rendimiento de cada terminal se degrada por las interferencias desde los otros terminales que comunican con otras estaciones base.

20 Existe por lo tanto una necesidad en la técnica de técnicas que mitiguen la interferencia en un sistema de comunicación inalámbrico.

Sumario

25 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un procedimiento y un aparato para control de interferencias tal como se expone en las reivindicaciones 1 y 10, respectivamente. Las realizaciones adicionales se reivindican en las reivindicaciones dependientes.

30 Se describen en el presente documento las técnicas para el control de la interferencia observada por cada sector desde los sectores vecinos en un sistema de comunicación inalámbrico. Un sector m estima las interferencias observadas desde terminales en sectores vecinos y obtiene una estimación o mediciones relacionadas de la interferencia. Para un control de interferencia basado en la red, el sector m genera un informe OSI entre sectores (IS) en base a las estimaciones de interferencia y envía el informe OSI IS a los sectores vecinos a través de una conexión por cable, por ejemplo enlace intermedio. El sector m también recibe informes OSI IS desde los sectores vecinos y regula las transmisiones de datos para los terminales en el sector m en base a los informes OSI IS recibidos. El sector m puede regular las transmisiones de datos mediante (1) el control de la admisión de nuevos terminales en el sector m , (2) desasignando terminales que ya se han admitido, (3) planificando los terminales en el sector m en una forma que reduzca la interferencia a los sectores vecinos y/o (4) asignando los terminales en el sector m con canales de tráfico que produzcan menos interferencia a los sectores vecinos.

Se describen con mayor detalle a continuación varios aspectos de las realizaciones de la invención.

Breve descripción de los dibujos

40 Las características y naturaleza de la presente invención se harán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se toma en conjunto con los dibujos en los que iguales caracteres de referencia identifican correspondientemente a todo lo largo de ellos.

La FIG. 1 muestra un sistema de comunicación con estaciones base y terminales.

La FIG. 2 muestra un proceso realizado por un sector para el control de interferencias.

La FIG. 3 muestra un proceso realizado por un terminal para el control de interferencias.

45 La FIG. 4 muestra un proceso para el ajuste de la potencia de transmisión de una forma determinista.

La FIG. 5 muestra un proceso para el ajuste de la potencia de transmisión en una forma probabilística.

La FIG. 6 muestra un mecanismo de control de la potencia adecuado para el control de interferencias.

La FIG. 7 muestra un diagrama de bloques de un terminal y dos estaciones base.

La FIG. 8 muestra un aparato adecuado para el control de interferencias.

50 La FIG. 9 muestra un aparato adecuado para proporcionar un control de interferencias.

Descripción detallada

La palabra “ejemplar” se usa en el presente documento para indicar que “sirve como un ejemplo, caso o ilustración”. Cualquier realización o diseño descrito en el presente documento como “ejemplar” no se debe interpretar necesariamente como preferida o ventajosa sobre otras realizaciones o diseños.

5 La FIG. 1 muestra un sistema 100 de comunicación inalámbrico con múltiples estaciones base 110 y múltiples terminales 120. Una estación base es generalmente una estación fija que comunica con los terminales y puede ser también denominada un punto de acceso, un NodoB, o alguna otra terminología. Cada estación base 110 proporciona cobertura de comunicación para un área 102 geográfica particular. El término “célula” se puede referir a una estación base y/o su área de cobertura dependiendo del contexto en el que se use el término. Para mejorar la capacidad del sistema, el área de cobertura de la estación base se puede particionar en múltiples áreas más pequeñas, por ejemplo tres áreas más pequeñas 104a, 104b y 104c. Cada área más pequeña está servida por un subsistema de transceptor base (BTS) respectivo. El término “sector” se puede referir a un BTS y/o su área de cobertura dependiendo del contexto en el que se use el término. Para una célula sectorizada, los BTS para todos los sectores de esa célula se localizan conjuntamente típicamente dentro de la estación base para la célula. Un sistema 130 controlador conecta a las estaciones base 110 y proporciona coordinación y control para estas estaciones base.

Un terminal puede ser fijo o móvil y puede ser también denominado una estación móvil, un dispositivo inalámbrico, un equipo de usuario o alguna otra terminología. Cada terminal puede comunicar con cero, una, o múltiples estaciones base en cualquier momento dado.

20 Las técnicas de control de interferencia descritas en el presente documento se pueden usar para un sistema con células sectorizadas y un sistema con células no sectorizadas. En la descripción a continuación, el término “sector” se refiere a (1) un BTS convencional y/o su área de cobertura para un sistema con células sectorizadas y (2) una estación base convencional y/o su área de cobertura para un sistema con células no sectorizadas. Los términos “terminal” y “usuario” se usan de modo intercambiable, y los términos “sector” y “estación base” se usan también de modo intercambiable. Una estación base/sector en servicio es una estación base/sector con el que comunica un terminal. Una estación base/sector vecino es una estación base/sector con el que el terminal no está en comunicación.

30 Las técnicas de control de interferencia se pueden usar también para varios sistemas de comunicación de acceso múltiple. Por ejemplo, estas técnicas se pueden usar para un sistema de acceso múltiple por división de código (CDMA), un sistema de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), un sistema de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), un sistema de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), un sistema intercalado (IFDMA), un sistema FDMA localizado (LFDMA), un sistema de acceso múltiple por división espacial (SDMA), un sistema de acceso múltiple casi ortogonal y así sucesivamente. El IFDMA es también denominado FDMA distribuido, y el LFDMA es también denominado FDMA de banda estrecha o FDMA clásico. Un sistema OFDMA utiliza multiplexado por división de frecuencia ortogonal (OFDM). El OFDM, IFDMA y LFDMA particionan efectivamente el ancho de banda del sistema global en múltiples (K) subbandas de frecuencia ortogonales. Estas subbandas pueden denominarse también tonos, subportadoras, bins y así sucesivamente. El OFDM transmite símbolos de modulación en el dominio de la frecuencia en todas o en un subconjunto de las K subbandas. IFDMA transmite símbolos de modulación en el dominio del tiempo en las subbandas que se distribuyen uniformemente a través de la K subbandas. LFDMA transmite símbolos de modulación en el dominio del tiempo y típicamente sobre subbandas adyacentes.

45 Como se muestra en la FIG. 1 cada sector puede recibir las transmisiones “deseadas” desde los terminales dentro del sector así como transmisiones de “interferencia” desde terminales en otros sectores. La interferencia total observada en cada sector está compuesta de (1) interferencias intra-sector desde terminales dentro del mismo sector e (2) interferencias inter-sector de terminales en otros sectores. Las interferencias inter-sector, que también se denominan interferencia de otros sectores (OSI), es el resultado de transmisiones en cada sector que no son ortogonales a las transmisiones en otros sectores. Las interferencias inter-sector y las interferencias intra-sector tienen un gran impacto en el rendimiento y pueden mitigarse como se describe a continuación.

50 La interferencia inter-sector se puede controlar usando varios mecanismos tal como el control de interferencia en base al usuario y el control de interferencia en base a la red. Para un control de interferencia en base al usuario, los terminales son informados de la interferencia inter-sector observada por los sectores vecinos y ajustan sus potencias de transmisión en consecuencia de modo que la interferencia inter-sector se mantenga dentro de niveles aceptables. Para el control de interferencia en base a la red, cada sector es informado de la interferencia inter-sector observada por los sectores vecinos y regula las transmisiones de datos para sus terminales de modo que se mantenga la interferencia inter-sector dentro de niveles aceptables. El sistema puede utilizar sólo control de interferencia en base al usuario, o solamente control de interferencia en base a la red, o ambos. Los mecanismos de control de interferencia y sus combinaciones pueden implementarse de varias maneras, como se describe a continuación.

55 La FIG. 2 muestra un proceso 200 realizado por un sector m para un control de interferencia inter-sector. El sector m estima la interferencia observada desde los terminales en otros sectores y obtiene una estimación de la interferencia (bloque 210). Adicionalmente, la información generada no necesita ser estimaciones de interferencia y puede estar

constituida por mediciones en bruto y, o, umbrales obtenidos por el sector m para los terminales de otros sectores.

Para un control de interferencia en base al usuario, el sector m genera un informe OSI a través del aire (OTA) en base a la estimación de interferencia (bloque 212). El informe OSI OTA comunica la cantidad de interferencia inter-sector observada por el sector m y puede venir dada en varias formas, como se describe a continuación. El sector m difunde el informe OSI OTA a los terminales en los sectores vecinos (bloque 214). Esos terminales pueden ajustar sus potencias de transmisión en base al informe OSI OTA desde el sector m , si es necesario, para reducir la cantidad de interferencia inter-sector observada por el sector m .

Para un control de interferencia en base a la red, el sector m genera un informe OSI entre sectores (IS) en base a la estimación de interferencia (bloque 222). El informe OSI IS y el informe OSI OTA son dos informes de interferencia que pueden tener los mismos o diferentes formatos. Por ejemplo, el informe OSI IS puede ser el mismo que el informe OSI OTA. Alternativamente, el informe OSI IS puede consistir en información relacionada con los umbrales de interferencia, mediciones de interferencia, pérdida de trayecto, potencia recibida desde los terminales del sector m medida en otros sectores y/o cualquier otra información que se pueda utilizar para determinar la interferencia producida por los terminales del sector m y el otro sector desde el que se recibe el informe OSI IS. El sector m puede enviar el informe OSI IS a los sectores vecinos periódicamente o solo si el sector m observa una interferencia excesiva (bloque 224). El sector m también recibe informes OSI IS desde los sectores vecinos (bloque 226). La tasa a la que se intercambian los informes OSI IS entre los sectores puede ser la misma o diferente de la tasa a la que los informes OSI OTA se difunden a los terminales. El sector m regula las transmisiones de datos para los terminales en el sector m en base a los informes OSI IS recibidos desde los sectores vecinos (bloque 228). Los bloques en la FIG. 2 se describen con detalle adicional a continuación.

El sector m puede estimar la interferencia inter-sector de varias maneras. Para un sistema que utilice multiplexado ortogonal, un terminal puede transmitir datos o un piloto en cada subportadora en cada período de símbolos. Un piloto es una transmisión de símbolos que son conocidos *a priori* tanto por un transmisor como por un receptor. Un símbolo de datos es un símbolo de modulación para datos, un símbolo piloto es un símbolo de modulación para piloto y un símbolo de modulación es un valor complejo para un punto en una constelación de señales, por ejemplo para M-PSK, M-QAM y así sucesivamente.

El sector m puede estimar la interferencia en una subportadora k dada en un período n de símbolos dado en base a un piloto recibido desde un terminal u , como sigue:

$$I_m(k,n) = \left| \hat{H}_{m,u}(k,n) \cdot P_u(k,n) - R_{m,u}(k,n) \right|^2, \quad \text{Ec. (1)}$$

en la que

$P_u(k,n)$ es un símbolo piloto enviado por el terminal u sobre la subportadora k en un período n de símbolos;

$\hat{H}_{m,u}(k,n)$ es una estimación de la ganancia del canal entre el sector m y el terminal u ;

$R_{m,u}(k,n)$ es un símbolo recibido obtenido por el sector m desde el terminal u ; y

$I_m(k,n)$ es una estimación de la interferencia observada por el sector m .

Las cantidades en la ecuación (1) son escalares.

El sector m también estima la interferencia en base a los datos recibidos desde el terminal u , como sigue:

$$I_m(k,n) = \left| \hat{H}_{m,u}(k,n) \cdot \hat{D}_{m,u}(k,n) - R_{m,u}(k,n) \right|^2, \quad \text{Ec. (2)}$$

en la que $\hat{D}_{m,u}(k,n)$ es una estimación de un símbolo de datos transmitido por el terminal u en la subportadora k en

el periodo n de símbolos. El sector m puede deducir las estimaciones de los símbolos de datos $\hat{D}_{m,u}(k,n)$ mediante

(1) la realización de la detección de datos en los símbolos recibidos $R_{m,u}(k,n)$ con la estimación del canal $\hat{H}_{m,u}(k,n)$ para obtener los símbolos detectados, (2) deduciendo las decisiones difíciles en base a los símbolos detectados y (3) usando las decisiones difíciles como las estimaciones de los símbolos de datos. Alternativamente, el sector m puede deducir las estimaciones de los símbolos de datos mediante (1) la realización de la detección de datos sobre los símbolos recibidos, (2) la decodificación de los símbolos detectados para obtener datos decodificados y (3) la decodificación y mapeado de símbolos de datos codificados para obtener las estimaciones de los símbolos de datos.

El sector m puede realizar también una estimación conjunta de canal e interferencia para obtener tanto las estimaciones de respuesta del canal como estimaciones de interferencia.

La estimación de interferencia $I_m(k,n)$ obtenida a partir de la ecuación (1) o (2) incluye tanto la interferencia inter-sector como la interferencia intra-sector. La interferencia intra-sector se puede mantener dentro de niveles aceptables a través del control de potencia, como se describe a continuación, y puede ser entonces despreciable en comparación con la interferencia inter-sector.

El sector m puede promediar las estimaciones de interferencia a través de los dominios de frecuencia, espacial y/o del tiempo. Por ejemplo, el sector m puede promediar las estimaciones de interferencia a través de múltiples antenas receptoras. El sector m puede promediar las estimaciones de interferencia para todas las subbandas usando cualquiera de los siguientes esquemas de promediado:

$$5 \quad I_n(n) = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K I_m(k, n), \quad \text{Ec. (3)}$$

$$I_n(n) = \left(\prod_{k=1}^K I_m(k, n) \right)^{1/K}, \quad \text{Ec. (4)}$$

y

$$\log \left(1 + \frac{P_{\text{nom}}}{I_m(n)} \right) = \frac{1}{K} \cdot \sum_{k=1}^K \log \left(1 + \frac{P_{\text{nom}}}{I_m(k, n)} \right) \quad \text{Ec. (5)}$$

10 en las que $I_m(n)$ es la potencia de interferencia media para sector m en el período n de símbolos y P_{nom} indica una potencia nominal recibida por cada subportadora. $I_m(k, n)$ e $I_m(n)$ están en unidades lineales en las ecuaciones (3) a (5). La ecuación (3) es para una media aritmética, la ecuación (4) es para una media geométrica y la ecuación (5) es para una media basada en la SNR. Con la media aritmética, unas pocas estimaciones de interferencia grande pueden desviar la potencia de interferencia media. La media geométrica y la media en base a la SNR pueden suprimir las estimaciones de interferencias grandes para unas pocas subbandas.

El sector m puede filtrar también la potencia de interferencia media a través de múltiples períodos de símbolos para mejorar la calidad de la estimación de interferencia. El filtrado se puede conseguir con un filtro de respuesta a impulsos finita (FIR), un filtro de respuesta a impulsos infinita (IIR) o algún otro tipo de filtro. El sector m obtiene una interferencia medida $I_{\text{med},m}$ para cada período de medición, que se puede extender a uno o múltiples períodos de símbolos.

El sector m genera un informe OSI OTA en base a la interferencia medida. En una realización, la interferencia medida se cuantifica en un número predeterminado de bits, que se incluyen en el informe OSI OTA. En otra realización, el informe OSI OTA incluye un único bit que indica si la interferencia medida es mayor que o está por debajo de un umbral de interferencia. En otra realización más, el informe OSI OTA incluye múltiples bits que expresan la interferencia medida con relación a múltiples umbrales de interferencia. Por claridad, la descripción a continuación es para una realización en la que el informe OSI OTA expresa la interferencia medida con relación a dos umbrales de interferencia.

En una realización, el informe OSI OTA incluye dos bits OSI binarios, que se denominan bit OSI 1 y bit OSI 2. Estos bits OSI se pueden establecer como sigue:

$$30 \quad \text{bit OSI 1} = \begin{cases} '1', & \text{si } I_{\text{med},m} \geq I_{\text{umb_nom}} \\ '0', & \text{si } I_{\text{med},m} < I_{\text{umb_nom}} \end{cases} \quad \text{Ec. (6a)}$$

$$\text{bit OSI 2} = \begin{cases} '1', & \text{si } I_{\text{med},m} \geq I_{\text{umb_alto}} \\ '0', & \text{si } I_{\text{med},m} < I_{\text{umb_alto}} \end{cases} \quad \text{Ec. (6b)}$$

en la que $I_{\text{umb_nom}}$ es un umbral nominal de interferencia, $I_{\text{umb_alto}}$ es un umbral alto de interferencia y $I_{\text{umb_alto}} > I_{\text{umb_nom}}$. El bit OSI 1 indica si la interferencia medida está por encima o por debajo del umbral nominal de interferencia. El bit OSI 2 indica si la interferencia medida está por encima o por debajo del umbral alto de interferencia. Para esta realización, el sector m se considera que observa una interferencia baja si la interferencia medida está por debajo de $I_{\text{umb_nom}}$, una interferencia alta si la interferencia medida está entre $I_{\text{umb_nom}}$ y $I_{\text{umb_alto}}$, y una interferencia excesiva si la interferencia medida es mayor que o igual a $I_{\text{umb_alto}}$. El bit OSI 2 se puede usar para indicar que se está observando por el sector una interferencia excesiva.

40 En otra realización, el informe OSI OTA incluye un único valor OSI que tiene tres niveles. El valor OSI se puede establecer como sigue:

$$\text{valor OSI} = \begin{cases} '2', & \text{si } I_{med,m} \geq I_{umb_alto}, \\ '1', & \text{si } I_{umb_alto} > I_{med,m} \geq I_{umb_nom}, \\ '0', & \text{si } I_{med,m} \geq I_{umb_nom}. \end{cases} \quad \text{Ec. (7)}$$

el valor OSI de nivel triple se puede transmitir usando una constelación de señales que tenga tres puntos de señal. Por ejemplo, un valor OSI de '0' se puede enviar con un símbolo de $1 + j0$ o e^{j0} , un valor OSI de '1' se puede enviar con un símbolo de $0 + j1$ o $e^{j\pi/2}$ y un valor OSI de '2' se puede enviar con un símbolo de $-1 + j0$ o $e^{j\pi}$.

5 Alternativamente, el sector m puede obtener una interferencia sobre térmico (IOT) medida, que es una relación de la potencia de interferencia total observada por el sector m a la potencia de ruido térmico. La potencia de interferencia total se puede calcular como se ha descrito anteriormente. La potencia de ruido térmico se puede estimar apagando el transmisor y midiendo el ruido en el receptor. Se puede seleccionar un punto de funcionamiento específico para el sistema. Un punto de funcionamiento más alto permite que los terminales transmitan a niveles de potencia más altos en promedio. Sin embargo, un punto de funcionamiento alto tiene un impacto negativo sobre el plan de enlace y puede ser indeseable. Para una potencia de transmisión máxima dada y una velocidad de datos dada, la pérdida de trayecto máxima tolerable disminuye cuando se incrementa la IOT. Un punto de funcionamiento muy alto es también indeseable dado que el sistema puede quedar limitado por la interferencia, que es una situación en la que un incremento en la potencia de transmisión no se traslada en un incremento de la SNR recibida. Adicionalmente, un punto de funcionamiento muy alto incrementa la probabilidad de inestabilidad del sistema. En cualquier caso, el sector m puede establecer su valor OSI de nivel triple como sigue:

$$\text{valor OSI} = \begin{cases} '2', & \text{si } IOT_{med,m} \geq IOT_{umb_alto}, \\ '1', & \text{si } IOT_{umb_alto} > IOT_{med,m} \geq IOT_{umb_nom}, \\ '0', & \text{si } IOT_{med,m} \geq IOT_{umb_nom}. \end{cases} \quad \text{Ec. (8)}$$

en la que IOT_{umb_nom} es un umbral de IOT nominal e IOT_{umb_alto} es un umbral IOT alto.

20 Los bits/valores OSI se pueden generar también usando histéresis de modo que una indicación de excesiva interferencia no se altere demasiado frecuentemente. Por ejemplo, el bit OSI 2 se puede fijar a '1' solamente si la interferencia medida supera el umbral alto durante un primer tiempo de duración T_{W1} (por ejemplo 50 milisegundos) y se puede reponer a '0' solamente si la interferencia medida está por debajo del umbral alto durante un segundo tiempo de duración T_{W2} . Como otro ejemplo, el bit OSI 2 se puede fijar en '1' solamente si la interferencia medida supera un primer umbral alto I_{umb_alto1} y se puede reponer posteriormente a '0' solamente si la interferencia medida cae por debajo de un segundo umbral alto I_{umb_alto2} , en el que $I_{umb_alto1} > I_{umb_alto2}$.

30 El sector m difunde su informe OSI OTA, que puede contener dos bits OSI o el valor OSI de triple nivel, para un control de interferencia en base al usuario. El sector m puede difundir su informe OSI OTA de varias maneras. En una realización, el sector m difunde el informe OSI OTA en cada periodo de medición. En otra realización, el sector m difunde el bit OSI 1 en cada periodo de medición y difunde el bit OSI 2 sólo si este bit está fijado en '1'. El sector m puede difundir también los informes OSI desde otros sectores a los terminales dentro del sector m para una mejor cobertura OSI.

35 El sector m también envía su informe OSI IS a los sectores vecinos para un control de interferencia en base a la red. El informe OSI IS puede contener los dos bits OSI; el valor OSI de triple nivel; la interferencia medida cuantificada, y sin cuantificar, a un número predeterminado de bits; IOT_{umb_nom} , IOT_{umb_alto} y $IOT_{med,m}$; I_{umb_nom} , I_{umb_alto} e $I_{med,m}$; pérdidas de trayecto; potencia recibida desde los terminales del sector m medida en otros sectores, alguna otra información y combinaciones de las mismas. El sector m puede enviar el informe OSI IS en cada periodo de medición o solamente si se observa una interferencia excesiva o si se satisface algún otro criterio. Otro sector q puede solicitar al sector m el envío del informe OSI IS si los terminales en el sector q indican que no pueden recibir los bits OSI desde el sector m . Cada sector usa los informes OSI IS de los sectores vecinos para controlar las transmisiones de datos desde los terminales en su sector para mitigar la interferencia inter-sector en los sectores vecinos.

El control de interferencia en base a la red se puede conseguir de varias maneras. Se describen a continuación algunas realizaciones del control de interferencia en base a la red.

45 En una realización, el sector m planifica los terminales en el sector en base a los informes OSI IS recibidos desde los sectores vecinos. Por ejemplo, si uno o más sectores vecinos observan una interferencia excesiva, entonces el sector m puede reducir las potencias de transmisión usadas por los terminales en desventaja en el sector m de modo que estos terminales produzcan menos interferencia a otros sectores. Un terminal en desventaja tiene una pequeña ganancia de canal (o una pérdida de trayecto grande) para el sector en servicio y necesita transmitir a un nivel de potencia alta para conseguir una relación señal a ruido e interferencia (SNR) dada en el sector en servicio. El terminal en desventaja está situado típicamente próximo a un sector vecino, y el nivel de potencia de transmisión alto da como resultado una interferencia inter-sector alta a su sector vecino.

5 El sector m puede identificar los terminales en desventaja en base a varias mediciones de calidad tales como la ganancia de canal, intensidad piloto, relación portadora a ruido (C/N), relación de ganancia del canal y otras similares. Estas mediciones de calidad se pueden estimar en base a las transmisiones piloto y/o otras enviadas por los terminales. Por ejemplo, la ganancia de canal estimada para un terminal se puede comparar contra una ganancia de canal de umbral y el terminal puede considerarse que es un terminal en desventaja si su ganancia de canal está por debajo del umbral de ganancia del canal. Adicionalmente, los terminales en desventaja pueden identificarse en el informe OSI IS junto con sus valores medidos, por ejemplo, $IOT_{med,m}$ o potencia recibida medida. Adicionalmente, en algunos casos, el informe OSI IS puede proporcionar información como la identidad de los terminales sin más para permitir la utilización de diferentes enfoques descritos a continuación.

10 El sector m puede reducir las potencias de transmisión usadas por los terminales en desventaja mediante (1) disminuir un límite de potencia de transmisión alta que sea aplicable a los terminales, (2) disminuir un límite de potencia de transmisión más baja que sea aplicable a los terminales, (3) asignando a los terminales en desventaja velocidades de datos más bajas que requieran unas SNR más bajas y por ello unas potencias de transmisión más bajas, (4) no planificando los terminales en desventaja para transmisión de datos o (5) usando algún otro procedimiento o combinación de procedimientos.

15 En otra realización, el sector m usa el control de admisión para mitigar la interferencia inter-sector observada por los sectores vecinos. Por ejemplo, si uno o más sectores vecinos observan una interferencia excesiva, entonces el sector m puede reducir el número de terminales activos en el sector mediante (1) denegar el acceso a los terminales que requieran transmitir en el enlace inverso, (2) denegar el acceso a terminales en desventaja, (3) desasignar terminales a los que ya se les haya concedido el acceso, (4) desasignar terminales en desventaja o (5) el uso de algún otro procedimiento de control de admisión. La tasa de desasignación de terminales puede hacerse también en función de los informes OSI IS desde los sectores vecinos (por ejemplo los niveles de interferencias observados), el número de sectores vecinos que observan una interferencia excesiva y/o otros factores. El sector m puede así ajustar la carga del sector en base a los informes OSI IS desde los sectores vecinos.

20 En otra realización más, el sector m asigna canales de tráfico a los terminales en el sector en una forma que mitigue la interferencia inter-sector observada por los sectores vecinos. Por ejemplo, cada sector puede tener asignado un conjunto de canales de tráfico que puede a su vez asignar a los terminales en el sector. Los sectores vecinos pueden compartir también un conjunto de canales de tráfico común que sea ortogonal al conjunto de canales de tráfico asignado a cada sector. Si uno o más sectores vecinos observan una interferencia excesiva, entonces el sector m puede asignar a los terminales en desventaja en el sector m unos canales de tráfico en el conjunto común. Estos terminales en desventaja no provocarían entonces interferencia a los sectores vecinos dado que los canales de tráfico en el conjunto común son ortogonales a los canales de tráfico asignados a los sectores vecinos. Como otro ejemplo, cada sector puede tener asignado un conjunto de canales de tráfico que puede asignar a terminales robustos que pueden tolerar altos niveles de interferencia. Si uno o más sectores vecinos observan una interferencia excesiva, entonces el sector m puede asignar los terminales en desventaja en el sector m con canales asignados a terminales robustos en los sectores vecinos.

25 Se puede utilizar también una combinación de uno o más de los enfoques anteriores para proporcionar flexibilidad o por otras razones.

30 Por claridad, la mayor parte de la descripción anterior es para un sector m . Cada sector en el sistema puede realizar el control de interferencia como se ha descrito anteriormente para el sector m .

El control de interferencia en base al usuario se puede conseguir también de varias maneras. En una realización, el control de interferencia en base al usuario se consigue permitiendo a los terminales ajustar autónomamente sus potencias de transmisión en base a los informes OSI OTA recibidos desde los sectores vecinos.

35 Se debe tomar nota de que mientras que la FIG. 2 representa la utilización de tanto un control de interferencia basado en la red como basado en el usuario, sólo se puede utilizar un enfoque. Por ejemplo, los bloques 212 y 214 pueden omitirse si todo el control de interferencia se puede proporcionar utilizando solamente el control de interferencia en base a la red, por ejemplo, como se ha explicado con respecto a los bloques 222-228.

40 La FIG. 3 muestra un proceso 300 realizado por un terminal u para un control de interferencia. El terminal u recibe un informe OSI OTA desde un sector vecino (bloque 312). Se hace entonces una determinación de si el sector vecino observa una interferencia excesiva, por ejemplo si el bit OSI 2 está fijado a '1' (bloque 314). Si la respuesta es 'Sí', entonces el terminal u reduce su potencia de transmisión con un tamaño de escalón descendente más grande y/o una velocidad más rápida (bloque 316). En caso contrario, se realiza una determinación de si el sector vecino observa una alta interferencia, por ejemplo si el bit OSI 1 está fijado en '1' y el bit OSI 2 está fijado en '0' (bloque 318). Si la respuesta es 'Sí', entonces el terminal u reduce su potencia de transmisión con un tamaño de escalón descendente nominal y/o a una velocidad nominal (bloque 320). En caso contrario, el terminal u incrementa su potencia de transmisión con un tamaño de escalón ascendente nominal y/o una velocidad nominal (bloque 322).

45 La FIG. 3 muestra una realización en la que el informe OSI OTA transmite la interferencia inter-sector observada por el sector vecino en uno de tres niveles posibles - bajo, alto y excesivo. El proceso 300 se puede extender para cubrir

cualquier número de niveles de interferencia. En general, la potencia transmitida para el terminal u puede ser (1) reducida en un escalón descendente que se relaciona con la cantidad de interferencia observada por el sector vecino (por ejemplo, un escalón descendente más grande para una interferencia más alta) cuando la interferencia medida está por encima de un umbral dado y/o (2) incrementada en un escalón ascendente que se relaciona inversamente con la cantidad de interferencia observada por el sector vecino (por ejemplo, un escalón ascendente más grande para una interferencia más baja) cuando la interferencia medida está por debajo del umbral dado. El tamaño del escalón y/o la velocidad de ajuste se pueden determinar en base a otros parámetros tales como, por ejemplo, el nivel de potencia transmitida actual para el terminal, la ganancia del canal para el sector vecino con relación a la ganancia del canal para el sector en servicio, informes OSI OTA previos y así sucesivamente.

El terminal u puede ajustar su potencia de transmisión en base al informe OSI OTA desde uno o múltiples sectores vecinos. El terminal u puede estimar la ganancia de canal para cada sector en base a un piloto recibido desde el sector. El terminal u puede entonces deducir una relación de ganancia del canal para cada sector vecino como sigue:

$$r_i(n) = \frac{g_{ns,i}(n)}{g_{ss}(n)}, \quad \text{Ec. (9)}$$

en la que

$g_{ns,i}(n)$ es la ganancia de canal entre el terminal u y el sector i vecino;
 $g_{ss}(n)$ es la ganancia de canal entre el terminal u y el sector en servicio; y
 $r_i(n)$ es la relación de ganancia de canal al sector i vecino.

En una realización, el terminal u identifica el sector vecino más fuerte con la relación de ganancia de canal mayor. El terminal u ajusta entonces su potencia de transmisión en base al informe OSI OTA solamente desde su sector vecino más fuerte. En otra realización, el terminal u ajusta su potencia de transmisión en base a los informes OSI OTA desde todos los sectores en un conjunto OSI. Este conjunto OSI puede contener (1) T sectores vecinos más fuertes, en el que $T \geq 1$, (2) sectores vecinos con relaciones de ganancia de canal que superen el umbral de relación de ganancia del canal, (3) sectores vecinos con ganancias de canal que superen un umbral de ganancia de canal, (4) sectores vecinos incluidos en una lista de vecinos difundida por el sector en servicio, o (5) algún otro grupo de sectores vecinos. El terminal u puede ajustar su potencia de transmisión de varias maneras en base a los informes OSI OTA desde múltiples sectores vecinos en el conjunto OSI. Por ejemplo, el terminal u puede disminuir su potencia de transmisión si cualquier sector vecino en el conjunto OSI observa una interferencia alta o excesiva. Como otro ejemplo, el terminal u puede determinar un ajuste de la potencia de transmisión para cada sector vecino en el conjunto OSI y puede a continuación combinar los ajustes para todos los sectores vecinos en el conjunto OSI para obtener un ajuste global de la potencia de transmisión.

En general, el ajuste de la potencia de transmisión para el control de interferencia se puede realizar en conjunto con varios esquemas de control de potencia. Por claridad, se describe a continuación un esquema de control de potencia específico. Para este esquema de control de potencia, la potencia de transmisión para un canal de tráfico asignado al terminal u se puede expresar como:

$$P_{\text{cnd}}(n) = P_{\text{ref}}(n) + \Delta P(n), \quad \text{Ec. (10)}$$

en la que

$P_{\text{cnd}}(n)$ es la potencia de transmisión para el canal de tráfico para el intervalo n de actualización;
 $P_{\text{ref}}(n)$ es un nivel de potencia de referencia para el intervalo n de actualización; y
 $\Delta P(n)$ es un incremento en la potencia de transmisión para el intervalo n de actualización.

Los niveles de potencia de transmisión $P_{\text{cnd}}(n)$ y $P_{\text{ref}}(n)$ y el incremento en la potencia de transmisión $\Delta P(n)$ tienen dados en unidades de decibelios (dB).

El nivel de potencia de referencia $P_{\text{ref}}(n)$ es la cantidad de potencia de transmisión necesaria para conseguir una SNR objetivo para una transmisión indicada, que puede ser señalización enviada por el terminal u en un canal de control o alguna otra transmisión. El nivel de potencia de referencia y la SNR objetivo se pueden ajustar para conseguir un nivel deseado de rendimiento para la transmisión indicada, por ejemplo, una tasa de error de paquetes (PER) del 1%. Si la transmisión de datos en el canal de tráfico y la transmisión indicada observan unas características de ruido e interferencia similares, entonces la SNR para la transmisión de datos, $\text{SNR}_{\text{cnd}}(n)$, se puede estimar como:

$$\text{SNR}_{\text{cnd}}(n) = \text{SNR}_{\text{objetivo}} + \Delta P(n). \quad \text{Ec. (11)}$$

El incremento en la potencia de transmisión $\Delta P(n)$ se puede ajustar de una manera determinista, una manera probabilística o alguna otra manera en base a los informes OSI OTA desde los sectores vecinos. La potencia de transmisión se puede ajustar (1) en diferentes cantidades para diferentes niveles de interferencia usando un ajuste

determinista o (2) a tasas diferentes para diferentes niveles de interferencia usando un ajuste probabilístico. Se describen a continuación esquemas ejemplares de ajuste de la potencia de transmisión determinista y probabilística. Por simplicidad, la descripción a continuación es para el ajuste de la potencia de transmisión para un bit OSI recibido desde el sector vecino. Este bit OSI puede ser el bit OSI 1 ó 2.

5 La FIG. 4 muestra un proceso 400 para el ajuste de la potencia de transmisión del terminal u en una forma determinista. Inicialmente, el terminal u procesa un informe OSI OTA desde un sector vecino (bloque 412) y determina si el bit OSI está a '1' o '0' (bloque 414). Si el bit OSI es '1', lo que indica que la interferencia observada excede el umbral de interferencia, entonces el terminal u determina la cantidad de reducción en la potencia de transmisión, o un tamaño de escalón descendente $\Delta P_{desc}(n)$ (bloque 422). El $\Delta P_{desc}(n)$ se puede determinar en base al incremento en la potencia de transmisión para el intervalo de actualización previo, $\Delta P(n-1)$, y una relación de ganancia del canal para el sector vecino, $r_{ns}(n)$. El terminal u disminuye entonces el incremento en la potencia de transmisión en $\Delta P_{desc}(n)$ (bloque 424). A la inversa, si el bit OSI es '0', entonces el terminal u determina la cantidad de incremento en la potencia de transmisión, o un tamaño de escalón ascendente $\Delta P_{asc}(n)$ (bloque 432). El $\Delta P_{asc}(n)$ se puede determinar también en base a $\Delta P(n-1)$ y a $r_{sn}(n)$. El terminal u incrementa entonces el incremento en la potencia de transmisión en $\Delta P_{asc}(n)$ (bloque 434). Los ajustes de la potencia de transmisión de los bloques 424 y 434 se pueden expresar como:

$$\Delta P(n) = \begin{cases} \Delta P(n-1) + \Delta P_{asc}(n), & \text{si OSI bit} = '0', \text{ y} \\ \Delta P(n-1) - \Delta P_{desc}(n), & \text{si OSI bit} = '1' \end{cases} \quad \text{Ec. (12)}$$

después de los bloques 424 y 434, el terminal u limita el incremento en la potencia de transmisión para que esté dentro de un intervalo de incrementos de potencia de transmisión permisibles (bloque 442), como sigue:

$$\Delta P(n) \in [\Delta P_{\min}, \Delta P_{\max}] , \quad \text{Ec. (13)}$$

en la que

ΔP_{\min} es el incremento mínimo permisible en la potencia de transmisión para el canal de tráfico, y
 ΔP_{\max} es el incremento máximo permisible en la potencia de transmisión para el canal de tráfico.

25 Limitando los incrementos en la potencia de transmisión para todos los terminales en un sector al interior de un intervalo de incrementos de potencias de transmisión, como se muestra en la ecuación (13), puede mantenerse la interferencia intra-sector dentro de niveles aceptables. El incremento mínimo en la potencia de transmisión ΔP_{\min} se puede ajustar mediante un bucle de control para asegurar que cada terminal puede satisfacer los requisitos de una clase de calidad de servicio (QoS) a la que pertenece el terminal. El ΔP_{\min} para diferentes clases QoS se puede ajustar a velocidades diferentes y/o con tamaños de escalón diferentes.

30 El terminal u calcula entonces la potencia de transmisión $P_{cnd}(n)$ para el canal de tráfico en base al incremento en la potencia de transmisión $\Delta P(n)$ y al nivel de potencia de referencia $P_{ref}(n)$, como se muestra en la ecuación (10) (bloque 444). El terminal u puede limitar la potencia de transmisión $P_{cnd}(n)$ para que esté dentro del nivel de potencia máximo P_{\max} (bloque 446), como sigue:

$$\Delta P_{cnd}(n) = \begin{cases} P_{cnd}(n), & \text{si } P_{cnd}(n) \leq P_{\max} , \\ P_{\max} , & \text{en caso contrario.} \end{cases} \quad \text{Ec. (14)}$$

El terminal u usa la potencia de transmisión $P_{cnd}(n)$ para la transmisión de datos en el canal de tráfico.

En una realización, los tamaños de escalón $\Delta P_{desc}(n)$ y el $\Delta P_{asc}(n)$ se calculan como:

$$\Delta P_{desc}(n) = f_{desc}(\Delta P_{desc,\min}, \Delta P(n-1), r_{ns}(n), k_{desc}) , \quad \text{Ec. (15a)}$$

40

$$\Delta P_{asc}(n) = f_{asc}(\Delta P_{asc,\min}, \Delta P(n-1), r_{ns}(n), k_{asc}) , \quad \text{Ec. (15b)}$$

en las que

45 $\Delta P_{desc,\min}$ y $\Delta P_{asc,\min}$ son valores mínimos para $\Delta P_{desc}(n)$ y $\Delta P_{asc}(n)$, respectivamente;
 k_{desc} y k_{asc} son factores de escala para $\Delta P_{desc}(n)$ y $\Delta P_{asc}(n)$, respectivamente; y
 $f_{desc}()$ y $f_{asc}()$ son funciones para calcular $\Delta P_{desc}(n)$ y $\Delta P_{asc}(n)$, respectivamente.

50 La función $f_{desc}()$ se puede definir de modo que $\Delta P_{desc}(n)$ se relacione tanto con $\Delta P(n-1)$ como con $r_{ns}(n)$. Si un sector vecino observa una interferencia alta o excesiva, entonces (1) una ganancia de canal más grande para el sector vecino da como resultado una $\Delta P_{desc}(n)$ más grande y (2) un valor más grande de $\Delta P(n-1)$ da como resultado una $\Delta P_{desc}(n)$ mayor. La función $f_{asc}()$ se puede definir de modo que $\Delta P_{asc}(n)$ se relacione inversamente tanto con $\Delta P(n-1)$ como con $r_{ns}(n)$. Si un sector vecino observa una interferencia baja, entonces (1) una ganancia de canal más grande

para el sector vecino da como resultado una $\Delta P_{asc}(n)$ más pequeña y (2) un valor más grande de $\Delta P(n-1)$ da como resultado una $\Delta P_{asc}(n)$ menor.

La FIG. 4 muestra el procesamiento de un bit OSI desde un sector vecino. Se puede usar un valor más grande para $\Delta P_{desc}(n)$ cuando el sector vecino observa una interferencia excesiva. Se puede usar un valor más pequeño para $\Delta P_{desc}(n)$ cuando el sector vecino observa una alta interferencia. Se pueden obtener tamaños de escalón descendente diferentes, por ejemplo, mediante el uso de diferentes factores de escala k_{desc1} y k_{desc2} para una interferencia alta y excesiva, respectivamente.

La FIG. 5 muestra un proceso 500 para el ajuste de la potencia de transmisión del terminal u en una forma probabilística. Inicialmente, el terminal u procesa un informe OSI OTA desde el sector vecino (bloque 512) y determina si el bit OSI es '1' o '0' (bloque 514). Si el bit OSI es '1', entonces el terminal u determina la probabilidad de disminución de la potencia de transmisión, $Pr_{desc}(n)$, por ejemplo en base a $\Delta P(n-1)$ y a $r_{ns}(n)$ (bloque 522). El terminal u selecciona entonces aleatoriamente un valor x entre 0,0 y 1,0, en el que x es una variable aleatoria uniformemente distribuida entre 0,0 y 1,0 (bloque 524). Si x es menor que o igual a $Pr_{desc}(n)$, como se determina en el bloque 526, entonces el terminal u disminuye su incremento de la potencia de transmisión en ΔP_{desc} (bloque 528). En caso contrario, si x es mayor que $Pr_{desc}(n)$, entonces el terminal u mantiene el incremento de la potencia de transmisión en el nivel actual (bloque 530).

Si el bit OSI es '0' en el bloque 514, entonces el terminal u determina la probabilidad de incremento de la potencia de transmisión, $Pr_{asc}(n)$, por ejemplo en base a $\Delta P(n-1)$ y a $r_{ns}(n)$ (bloque 532). El terminal u selecciona entonces aleatoriamente un valor x entre 0,0 y 1,0 (bloque 534). Si x es menor que o igual a $Pr_{asc}(n)$, como se determina en el bloque 536, entonces el terminal u aumenta su incremento de potencia de transmisión en ΔP_{asc} (bloque 538). En caso contrario, si x es mayor que $Pr_{asc}(n)$, entonces el terminal u mantiene el incremento de la potencia de transmisión en el nivel actual (bloque 530). Los ajustes en la potencia de transmisión en los bloques 528, 530 y 538 se pueden expresar como:

$$\Delta P(n) = \begin{cases} \Delta P(n-1) - \Delta P_{desc} & \text{si OSI bit = '1' AND } x \leq Pr_{desc}(n), \\ \Delta P(n-1) + \Delta P_{asc} & \text{si OSI bit = '0' AND } x \leq Pr_{asc}(n), \\ \Delta P(n-1) - \Delta P_{desc} & \text{en otro caso.} \end{cases} \quad \text{Ec. (16)}$$

ΔP_{desc} y ΔP_{asc} pueden ser del mismo valor (por ejemplo, 0,25 dB, 0,5 dB, 1,0 dB y así sucesivamente) o pueden ser de valores diferentes.

Después de los bloques 528, 530 y 538, el terminal u limita el incremento de la potencia de transmisión, como se muestra en la ecuación (13) (bloque 542). El terminal u calcula entonces la potencia de transmisión $P_{cnd}(n)$ en base al incremento de la potencia de transmisión $\Delta P(n)$ y al nivel de potencia de referencia $P_{ref}(n)$, como se muestra en la ecuación (10) (bloque 544), y limita adicionalmente la potencia de transmisión $P_{cnd}(n)$ para que esté dentro del nivel de potencia máximo, como se muestra en la ecuación (14) (bloque 546). El terminal u usa la potencia de transmisión $P_{cnd}(n)$ para la transmisión de datos en el canal de tráfico.

En una realización, las probabilidades se calculan como sigue:

$$Pr_{desc}(n) = f'_{desc}(Pr_{desc,min}, \Delta P(n-1), r_{ns}(n), k_{desc}), \quad \text{Ec. (17a)}$$

35

$$Pr_{asc}(n) = f'_{asc}(Pr_{asc,min}, \Delta P(n-1), r_{ns}(n), k_{asc}), \quad \text{Ec. (17b)}$$

en las que

$Pr_{desc,min}$ y $Pr_{asc,min}$ son valores mínimos para $Pr_{desc}(n)$ y $Pr_{asc}(n)$, respectivamente; y $f'_{desc}()$ y $f'_{asc}()$ son funciones para calcular $Pr_{desc}(n)$ y $Pr_{asc}(n)$, respectivamente.

La función $f'_{desc}()$ se puede definir de modo que $Pr_{desc}(n)$ se relacione tanto con $\Delta P(n-1)$ como con $r_{ns}(n)$. Si un sector vecino observa una interferencia alta o excesiva, entonces (1) una ganancia de canal más grande para el sector vecino da como resultado una $Pr_{desc}(n)$ más grande y (2) un valor más grande de $\Delta P(n-1)$ da como resultado una $Pr_{desc}(n)$ mayor. La $Pr_{desc}(n)$ mayor da como resultado una mayor probabilidad de reducir la potencia de transmisión. La función $f'_{asc}()$ se puede definir de modo que $Pr_{asc}(n)$ se relacione inversamente tanto con $\Delta P(n-1)$ como con $r_{ns}(n)$. Si un sector vecino observa una interferencia baja, entonces (1) una ganancia de canal más grande para el sector vecino da como resultado una $Pr_{asc}(n)$ más pequeña y (2) un valor más grande de $\Delta P(n-1)$ da como resultado una $Pr_{asc}(n)$ menor. La $Pr_{asc}(n)$ menor da como resultado una menor probabilidad de incrementar la potencia de transmisión.

La FIG. 5 muestra el procesamiento para un bit OSI desde un sector vecino. Se puede usar un valor mayor para $Pr_{desc}(n)$ cuando el sector vecino observa una interferencia excesiva. Se puede usar un valor más pequeño para $Pr_{desc}(n)$ cuando el sector vecino observa una alta interferencia. Diferentes probabilidades de descenso y por ello

diferentes velocidades de ajuste de potencia se pueden obtener, por ejemplo, mediante el uso de diferentes factores de escala k_{desc1} y k_{desc2} para una interferencia alta y excesiva, respectivamente.

En general, se pueden usar varias funciones para calcular los tamaños de escalón $\Delta P_{desc}(n)$ y $\Delta P_{asc}(n)$ y las probabilidades $Pr_{desc}(n)$ y $Pr_{asc}(n)$. Se puede definir una función en base a varios parámetros tales como la potencia de transmisión actual, el incremento de la potencia de transmisión actual, el informe OSI OTA actual, informes OSI OTA previos, ganancias de canal y así sucesivamente. Cada función puede tener un impacto diferente sobre varias características del control de potencia tal como la velocidad de convergencia del ajuste de la potencia de transmisión y la distribución de los incrementos de la potencia de transmisión para los terminales en el sistema. Los tamaños de escalón y las probabilidades se pueden determinar también en base a tablas de búsqueda o mediante algún otro medio.

El ajuste de la potencia de transmisión y/o el control de admisión descritos anteriormente se pueden realizar también en base a la clase de QoS, la clase de prioridad del usuario y así sucesivamente. Por ejemplo, un terminal que use un servicio de emergencia y un terminal de policía pueden tener una prioridad más alta y ser capaces de ajustar la potencia de transmisión a una velocidad más rápida y/o con tamaños de escalón más grandes que un usuario de prioridad normal. Como otro ejemplo, un terminal que envíe un tráfico de voz puede ajustar la potencia de transmisión a una velocidad más lenta y/o con tamaños de escalón más pequeños.

El terminal u puede variar también la forma en la que se ajusta la potencia de transmisión en base a informes OSI OTA previos recibidos desde sectores vecinos. Por ejemplo, el terminal u puede reducir su potencia de transmisión en un tamaño de escalón descendente particular y/o a una velocidad particular si un sector vecino notifica una interferencia excesiva y puede reducir la potencia de transmisión en un tamaño de escalón descendente más grande y/o a una velocidad más rápida si el sector vecino continúa notificando interferencia excesiva. Alternativa o adicionalmente, el terminal u puede ignorar el ΔP_{min} en la ecuación (13) si un sector vecino notifica interferencia excesiva o si el sector vecino continúa notificando interferencia excesiva.

Se han descrito anteriormente varias realizaciones del control de la potencia para mitigar la interferencia inter-sector. El control de potencia y la interferencia se pueden realizar también de otras maneras, y esto está dentro del ámbito de la invención.

En una realización, cada sector difunde su informe OSI OTA a los terminales en los sectores vecinos, como se ha descrito anteriormente. El informe OSI OTA se puede difundir con suficiente potencia de transmisión para conseguir la cobertura deseada en los sectores vecinos. Cada terminal puede recibir los informes OSI OTA desde los sectores vecinos y procesar estos informes OSI OTA en una forma que consiga una tasa de detección errónea suficientemente baja y una probabilidad de falsa alarma suficientemente baja. La detección errónea se refiere a un fallo en la detección un bit OSI o valor que se haya transmitido. La falsa alarma se refiere a la detección errónea de un bit OSI o valor recibido. Por ejemplo, si se transmite un bit OSI usando BPSK, entonces un terminal puede declarar que el bit OSI es (1) un '0' si el bit OSI detectado está por debajo de un primer umbral, bit OSI $< -B_{umb}$, (2) un '1' si el bit OSI detectado excede un segundo umbral, bit OSI $> +B_{umb}$ y (3) un bit nulo en otro caso, $B_{umb} \geq \text{bit OSI} \geq -B_{umb}$. El terminal puede equilibrar típicamente una tasa de detección errónea con una probabilidad de falsas alarmas ajustando los umbrales usados para la detección.

En otra realización, cada sector también difunde los informes OSI OTA generados por los sectores vecinos a los terminales dentro de su sector. Cada sector actúa así como un proxy para los sectores vecinos. Esta realización puede asegurar que cada terminal puede recibir de modo fiable los informes OSI OTA generados por los sectores vecinos dado que el terminal puede recibir estos informes OSI OTA desde el sector en servicio. Esta realización se adapta bien para un despliegue de red asimétrico en el que los tamaños de cobertura del sector no son iguales. Los sectores más pequeños transmitirán típicamente con niveles de potencia más bajos y la difusión de los informes OSI OTA por estos sectores más pequeños pueden no recibirse de modo fiable por los terminales en los sectores vecinos. Los sectores más pequeños se beneficiarían de tener sus informes OSI OTA difundidos por los sectores vecinos.

En general, un sector m dado puede difundir informes OSI OTA generados por cualquier número de cualquiera de los otros sectores. En una realización, el sector m difunde informes OSI OTA generados por sectores en una lista de vecinos para el sector m . La lista de vecinos puede formarse por un operador de red o en alguna otra forma. En otra realización, el sector m difunde informes OSI OTA generados por todos los sectores que están incluidos en el conjunto activo de terminales en el sector m . Cada terminal puede mantener un conjunto activo que incluye todos los sectores con los que el terminal está en comunicación. Los sectores se pueden añadir a, o eliminarse de, el conjunto activo cuando el terminal se traspasa de un sector a otro. En otra realización más, el sector m difunde los informes OSI OTA generados por todos los sectores que se incluyen en los conjuntos candidatos de los terminales en el sector m . Cada terminal puede mantener un conjunto de candidatos que incluye todos los sectores con los que el terminal puede comunicar. Los sectores se pueden añadir a, o eliminarse de, el conjunto de candidatos, por ejemplo, en base a la ganancia de canal y/o a algún otro parámetro. En otra realización más, el sector m difunde los informes OSI OTA generados por todos los sectores que están incluidos en los conjuntos OSI de los terminales en el sector m . El conjunto OSI para cada terminal se puede definir tal como se ha descrito anteriormente.

Tal como se ha hecho notar anteriormente, el sistema puede utilizar sólo un control de interferencia en base al usuario o solamente un control de interferencia en base a la red. El control de interferencia en base al usuario puede ser más simple de implementar dado que cada sector y cada terminal pueden actuar autónomamente. El control de interferencia en base a la red puede proporcionar un rendimiento mejorado dado que el control de interferencia se realiza de una forma coordinada. El sistema puede utilizar también tanto el control de interferencia en base al usuario como en base a la red al mismo tiempo. El sistema puede utilizar también el control de interferencia en base al usuario en todo momento y puede invocar el control de interferencia en base a la red solamente si se observa una interferencia excesiva. El sistema puede invocar también cada tipo de control de interferencia para diferentes condiciones de funcionamiento.

La FIG. 6 muestra un mecanismo de control de potencia 600 que se puede usar para ajustar la potencia de transmisión para un terminal 120x en el sistema 100. El terminal 120x comunica con un sector en servicio 110x y puede producir interferencias a los sectores vecinos 110a a 110l. El mecanismo de control de potencia 600 incluye (1) un bucle de referencia 610 que funciona entre terminal 120x y el sector en servicio 110x y (2) un segundo bucle 620 que funciona entre terminal 120x y los sectores vecinos 110a a 110l. El bucle de referencia 610 y el segundo bucle 620 pueden funcionar simultáneamente pero pueden actualizarse a velocidades diferentes, siendo el bucle de referencia 610 un bucle más rápido que el segundo bucle 620. Por simplicidad, la FIG. 6 muestra solamente la parte de los bucles 610 y 620 que residen en el terminal 120x.

El bucle de referencia 610 ajusta el nivel de potencia de referencia $P_{ref}(n)$ de modo que la SNR recibida para la transmisión indicada, tal como se mide en el sector en servicio 110x, esté tan próxima como sea posible a la SNR objetivo. Para el bucle de referencia 610, el sector en servicio 110x estima la SNR recibida para la transmisión indicada, compara la SNR recibida contra la SNR objetivo y genera comandos de control de la potencia de transmisión (TPC) en base a los resultados de la comparación. Cada comando TPC puede ser o bien (1) un comando SUBIR para ordenar un incremento en el nivel de potencia de referencia o (2) un comando BAJAR para ordenar una disminución en el nivel de potencia de referencia. El sector en servicio 110x transmite los comandos TPC en el enlace directo (nube 670) al terminal 120x.

En el terminal 120x, un procesador de comandos TPC 642 detecta los comandos TPC transmitidos por el sector en servicio 110x y proporciona las decisiones TPC. Cada decisión TPC puede ser una decisión SUBIR si un comando TPC recibido se considera que es un comando SUBIR o una decisión BAJAR si el comando TPC recibido se considera que es un comando BAJAR. Una unidad de ajuste de la potencia de referencia 644 ajusta el nivel de potencia de referencia en base a las decisiones TPC. La unidad 644 puede incrementar la $P_{ref}(n)$ en un escalón por cada decisión SUBIR y disminuir la $P_{ref}(n)$ en un escalón por cada decisión BAJAR. Un procesador de datos de transmisión (TX) 660 escala la transmisión indicada para conseguir el nivel de potencia de referencia. El terminal 120x envía la transmisión indicada al sector en servicio 110x.

Debido a la pérdida de trayecto, desvanecimiento y efectos multi-trayecto en el enlace inverso (nube 640), que típicamente varían a lo largo del tiempo y especialmente para un terminal móvil, la SNR recibida para la transmisión indicada fluctúa continuamente. El bucle de referencia 610 intenta mantener la SIR recibida para la transmisión indicada en, o cerca de, la SIR objetivo en presencia de cambios en las condiciones del canal del enlace inverso.

El segundo bucle 620 ajusta la potencia transmitida $P_{cnd}(n)$ para un canal de tráfico asignado al terminal 120x de modo que se use un nivel de potencia que esté tan alto como sea posible para un canal de tráfico mientras se mantiene la interferencia inter-sector dentro de niveles aceptables. Para el segundo bucle 620, cada sector vecino 110 recibe las transmisiones en el enlace inverso, estima la interferencia inter-sector observada por el sector vecino desde los terminales en otros sectores, genera un informe OSI OTA en base a la estimación de interferencia y difunde el informe OSI OTA a los terminales en los otros sectores.

En el terminal 120x, un procesador de informes OSI 652 recibe los informes OSI OTA difundidos por los sectores vecinos y proporciona los informes OSI detectados a una unidad de cálculo del incremento de la potencia de transmisión 656. Un estimador del canal 654 recibe pilotos desde los sectores en servicio y vecinos, estima la ganancia de canal para cada sector, y proporciona las ganancias de canal estimadas para todos los sectores a la unidad 656. La unidad 656 determina las relaciones de ganancia de canal para los sectores vecinos y ajusta adicionalmente el incremento de la potencia de transmisión $\Delta P(n)$ en base a los informes OSI detectados y las relaciones de ganancias de canal, como se ha descrito anteriormente. La unidad 656 puede implementar los procesos 300, 400 y/o 500 mostrados en las FIGS. 3 a 5. Una unidad de cálculo de la potencia de transmisión 658 calcula la potencia transmitida $P_{cnd}(n)$ en base al nivel de transmisión de referencia $P_{ref}(n)$ desde la unidad 644, el incremento de la potencia de transmisión $\Delta P(n)$ desde la unidad 656 y posiblemente otros factores. El procesador de datos de TX 660 usa la potencia transmitida $P_{cnd}(n)$ para la transmisión de datos al sector en servicio 110x.

La FIG. 6 muestra un mecanismo de control de potencia ejemplar que se puede usar para el control de interferencia. El control de interferencia se puede realizar también de otras maneras y/o con parámetros diferentes a los descritos anteriormente.

La FIG. 7 muestra un diagrama de bloques de la realización del terminal 120x, estación base en servicio 110x y estación base vecina 110y. Por claridad, la descripción a continuación supone el uso del mecanismo de control de

potencia 600 mostrado en la FIG. 6.

En el enlace inverso, en el terminal 120x, un procesador de datos de TX 710 codifica, intercala, y mapea símbolos de los datos de tráfico y datos de control del enlace inverso (RL) y proporciona símbolos de datos. Un modulador (Mod) 712 mapea los símbolos de datos y los símbolos piloto sobre las subbandas apropiadas y los períodos de símbolos, realiza la modulación OFDM, si es aplicable, y proporciona una secuencia de chips evaluados como complejos. Una unidad transmisora (TMTR) 714 condiciona (es decir convierte a analógico, amplifica, filtra y eleva la frecuencia) de la secuencia de chips y genera una señal en el enlace inverso, que se transmite a través de una antena 716.

En la estación base en servicio 110x múltiples antenas 752xa a 752xt reciben las señales del enlace inverso desde el terminal 120x y otros terminales. Cada antena 752x proporciona una señal recibida a una unidad receptora respectiva (RCVR) 754x. Cada unidad receptora 754x acondiciona (por ejemplo, filtra, amplifica, disminuye la frecuencia y digitaliza) su señal recibida, realiza la demodulación OFDM si es aplicable, y proporciona los símbolos recibidos. Un procesador espacial de RX 758 realiza el procesamiento espacial del receptor sobre los símbolos recibidos desde todas las unidades receptoras y proporciona las estimaciones de símbolos de datos, que son estimaciones de los símbolos de datos transmitidos. Un procesador de datos de RX 760x, desmapea, desintercala y decodifica las estimaciones de símbolos de datos y proporciona los datos decodificados por el terminal 120x y otros terminales simultáneamente servidos por la estación base 110x.

El procesamiento para la transmisión del enlace directo se puede realizar de modo similar a la descrita anteriormente para el enlace inverso. El procesamiento para las transmisiones en los enlaces directo e inverso se especifica típicamente por el sistema.

Para el control de interferencia y potencia, en la estación base en servicio 110x, un procesador espacial de RX 758x estima la SNR recibida por el terminal 120x, estima la interferencia inter-sector observada por la estación base 110x y proporciona una estimación de la SNR para el terminal 110x y una estimación de interferencia (por ejemplo, la interferencia medida $I_{med,m}$) a un controlador 770x. El controlador 770x genera comandos TPC para el terminal 120x en base a la estimación de SNR para el terminal y la SNR objetivo. El controlador 770x puede generar un informe OSI OTA y/o un informe OSI IS en base a la estimación de interferencia. El controlador 770x puede recibir también informes OSI IS desde los sectores vecinos a través de una unidad de comunicación (Comm) 774x. Los comandos TPC, el informe OSI OTA para la estación base 110x y posiblemente los informes OSI OTA para otros sectores son procesados por un procesador de datos de TX 782x y un procesador espacial de TX 784x, acondicionados por las unidades transmisoras 754xa a 754xt, y transmitidos a través de las antenas 752xa a 752xt. El informe OSI IS desde la estación base 110x se puede enviar a los sectores vecinos a través de la unidad de comunicación 774x, por ejemplo a través de un enlace intermedio u otra comunicación por cable.

En la estación base vecina 110y, un procesador espacial de RX 758y estima la interferencia inter-sector observada por la estación base 110y y proporciona una estimación de interferencia al controlador 770y. El controlador 770y puede generar un informe OSI OTA y/o un informe OSI IS en base a la estimación de interferencia. El informe OSI OTA se procesa y se difunde a los terminales en el sistema. El informe OSI IS se puede enviar a los sectores vecinos a través de una unidad de comunicación 774y.

En el terminal 120x, la antena 716 recibe las señales del enlace directo desde las estaciones base en servicio y vecinas y proporciona una señal recibida a una unidad receptora 714. La señal recibida se acondiciona y digitaliza por la unidad receptora 714 y se procesa adicionalmente por un demodulador (Demod) 742 y un procesador de datos de RX 744. El procesador 744 proporciona los comandos TPC enviados por la estación base en servicio 110x para el terminal 120x y los informes OSI OTA difundidos por las estaciones base vecinas. Un estimador del canal dentro del demodulador 742 estima la ganancia de canal para cada estación base. El controlador 720 detecta los comandos TPC recibidos y actualiza el nivel de potencia de referencia en base a las decisiones TPC. El controlador 720 ajusta también la potencia de transmisión para el canal de tráfico en base a los informes OSI OTA recibidos desde las estaciones base vecinas y las ganancias de canal para las estaciones base en servicio y vecinas. El controlador 720 proporciona la potencia de transmisión para el canal de tráfico asignado al terminal 120x. El procesador 710 y/o modulador 712 escalan los símbolos de datos en base a la potencia de transmisión proporcionada por controlador 720.

Los controladores 720, 770x y 770y ordenan las operaciones de varias unidades de procesamiento en el terminal 120x y estación base 110x y 110y, respectivamente. Estos controladores pueden realizar también varias funciones para el control de interferencia y potencia. Por ejemplo, el controlador 720 puede implementar cualquiera o todas de las unidades 642 a 658 mostradas en la FIG. 6 y/o procesos 300, 400 y/o 500 mostrados en las FIGS. 3 a 5. El controlador 770 para cada estación base 110 puede implementar todos o una parte de los procesos 200 en la FIG. 2. Las unidades de memoria 722, 772x y 772y almacenan datos y códigos de programa para los controladores 720, 770x y 770y, respectivamente. Un planificador 780x planifica los terminales para comunicación con la estación base 110x y asigna también los canales de tráfico a los terminales planificados, por ejemplo, en base a los informes OSI IS desde las estaciones base vecinas.

La FIG. 8 muestra un aparato adecuado para el control de interferencia. El aparato incluye medios 800 para la recepción de informe(s) OSI IS y medios 802 para la regulación de las transmisiones de datos para terminales en el sector en base a los informes OSI IS recibidos.

5 La FIG. 9 muestra un aparato adecuado para proporcionar un control de interferencia. El aparato incluye medios 900 para la generación de informe(s) OSI IS y medios 902 para la transmisión de los informes OSI IS a uno o más sectores. En ciertos casos, los medios para la generación pueden comprender medios para la generación de un informe OSI IS diferente para cada sector y los medios para transmisión se pueden conectar a una conexión por cable, por ejemplo enlace intermedio.

10 Las técnicas de control de interferencia descritas en el presente documento se pueden implementar por varios medios. Por ejemplo, estas técnicas se pueden implementar en hardware, software o una combinación de los mismos. Para una implementación en hardware, las unidades de procesamiento usadas para realizar el control de interferencia en una estación base se pueden implementar dentro de uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), procesadores digitales de señal (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), matrices de puertas programables en campo (FPGA),
15 procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, dispositivos electrónicos, otras unidades electrónicas indicadas para realizar las funciones descritas en el presente documento, o una combinación de los mismos. Las unidades de procesamiento usadas para realizar el control de interferencia en un terminal se pueden implementar también dentro de uno o más ASIC, DSP, procesadores, dispositivos electrónicos y así sucesivamente.

20 Para una implementación en software, las técnicas de control de interferencia se pueden implementar con módulos (por ejemplo procedimientos, funciones y otros similares) que realicen las funciones descritas en el presente documento. Los códigos de software se pueden almacenar en una unidad de memoria (por ejemplo la unidad de memoria 722, 772x o 772y en la FIG. 7) ejecutarse mediante un procesador (por ejemplo el controlador 720, 770x o 770y). La unidad de memoria se puede implementar dentro del procesador o externamente al procesador.

25 La descripción previa de las realizaciones desveladas se proporciona para permitir que cualquier experto en la materia haga uso de la presente invención. Serán fácilmente evidentes para los expertos en la materia varias modificaciones a estas realizaciones y los principios definidos en el presente documento se pueden aplicar a otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la invención. Por ello, la presente invención no está concebida para que esté limitada a las realizaciones mostradas en el presente documento sino que se habrá de acordar el ámbito más amplio consistente con los principios y características novedosas desveladas en la presente memoria.

30

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de control de interferencias, que comprende:

la recepción en una estación base (110x) de un primer informe de interferencias desde una estación base vecina (110y), en el que el primer informe de interferencias indica la interferencia observada en la estación base vecina (110y); y

la regulación, por la estación base (110x), de las transmisiones de datos para los terminales (120) en base al primer informe de interferencias recibido desde la estación base vecina (110y), en el que la regulación de las transmisiones de datos para los terminales (120) comprende la asignación de canales de tráfico a los terminales (120) en base al primer informe de interferencias, y en el que los canales de tráfico que son asignados a los terminales (120) son ortogonales a los canales de tráfico asignados a uno o más terminales servidos por la estación base vecina (110y).

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la regulación de las transmisiones de datos para los terminales (120) en base al primer informe de interferencias comprende la realización de un control de admisión en base al primer informe de interferencias.

3. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que la realización del control de admisión en base al primer informe de interferencias comprende la denegación del acceso a un terminal (120) si el primer informe de interferencias indica que la estación base vecina (110y) está observando una interferencia excesiva.

4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la regulación de las transmisiones de datos para los terminales en base al primer informe de interferencias comprende desasignar un terminal (120) si el primer informe de interferencias indica que la estación base vecina (110y) está observando una interferencia excesiva.

5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la regulación de las transmisiones de datos para los terminales (120) en base al primer informe de interferencias comprende la variación de la planificación de los terminales (120) para transmisiones de datos en base al primer informe de interferencias.

6. El procedimiento según la reivindicación 5, en el que la variación de la planificación de los terminales (120) comprende la reducción de la potencia de transmisión de los terminales en desventaja.

7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que los uno o más terminales son terminales robustos.

8. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la regulación de las transmisiones de datos para los terminales (120) comprende adicionalmente la asignación a los terminales en desventaja de canales de tráfico que se han de asignar a terminales robustos por la estación base vecina (110y).

9. Un medio legible por ordenador que realiza el procedimiento de cualquier reivindicación precedente.

10. Una estación base (110x) que se configura para el control de interferencias, que comprende:

medios para la recepción en la estación base (110x) de un primer informe de interferencias desde una estación base vecina (110y), en el que el primer informe de interferencias indica la interferencia observada en la estación base vecina (110y); y medios para la regulación, por la estación base (110x), de transmisiones de datos para los terminales (120) en base al primer informe de interferencias recibido desde la estación base vecina (110y), en el que los medios para la regulación de las transmisiones de datos para los terminales (120) comprenden medios para la asignación de canales de tráfico a los terminales (120) en base al primer informe de interferencias, y en el que los canales de tráfico que son asignados a los terminales (120) son ortogonales a los canales de tráfico asignados a uno o más terminales servidos por la estación base vecina (110y).

11. La estación base (110x) según la reivindicación 10, en la que los medios para la regulación de las transmisiones de datos para los terminales (120) en base al primer informe de interferencias comprenden medios para la realización de un control de admisión en base al primer informe de interferencias.

12. La estación base (110x) según la reivindicación 11, en la que los medios para la realización del control de admisión en base al primer informe de interferencias comprenden medios para denegación del acceso a un terminal si el primer informe de interferencias indica que la estación base vecina (110y) está observando una interferencia excesiva.

13. La estación base (110x) según la reivindicación 10, en la que los medios para la regulación de las transmisiones de datos para los terminales (120) en base al primer informe de interferencias comprenden medios para desasignar un terminal (120) si el primer informe de interferencias indica que la estación base vecina (110y) está observando una interferencia excesiva.

14. La estación base (110x) según la reivindicación 10, en la que los medios para la regulación de las transmisiones de datos para los terminales (120) en base al primer informe de interferencias comprenden medios para la variación de la planificación de los terminales (120) para transmisiones de datos en base al primer informe de interferencias.

15. La estación base (110x) según la reivindicación 10, en la que los medios para la recepción y los medios para la regulación comprenden un procesador (770x) y una memoria (772x) en comunicación electrónica con el procesador (770x).

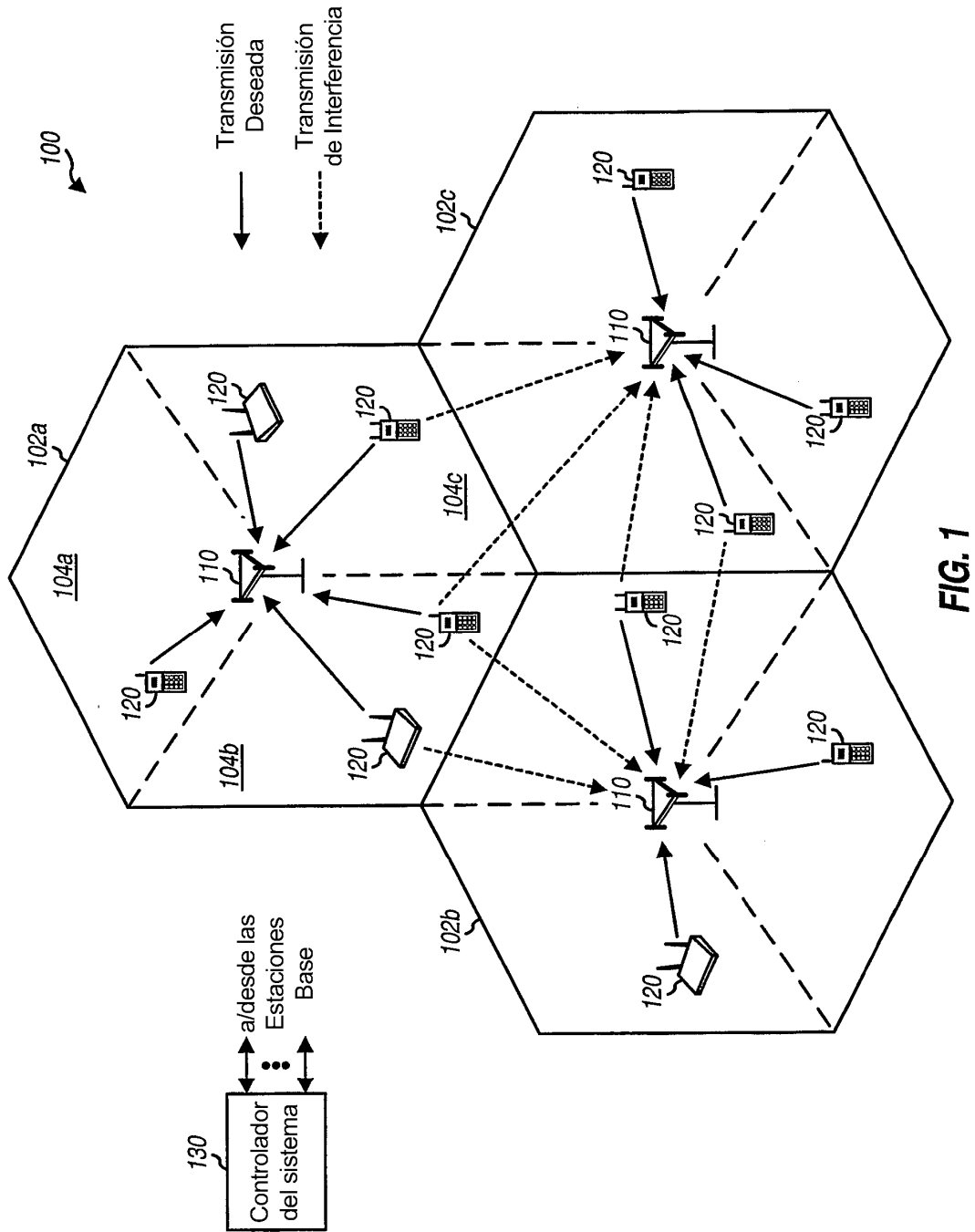


FIG. 1

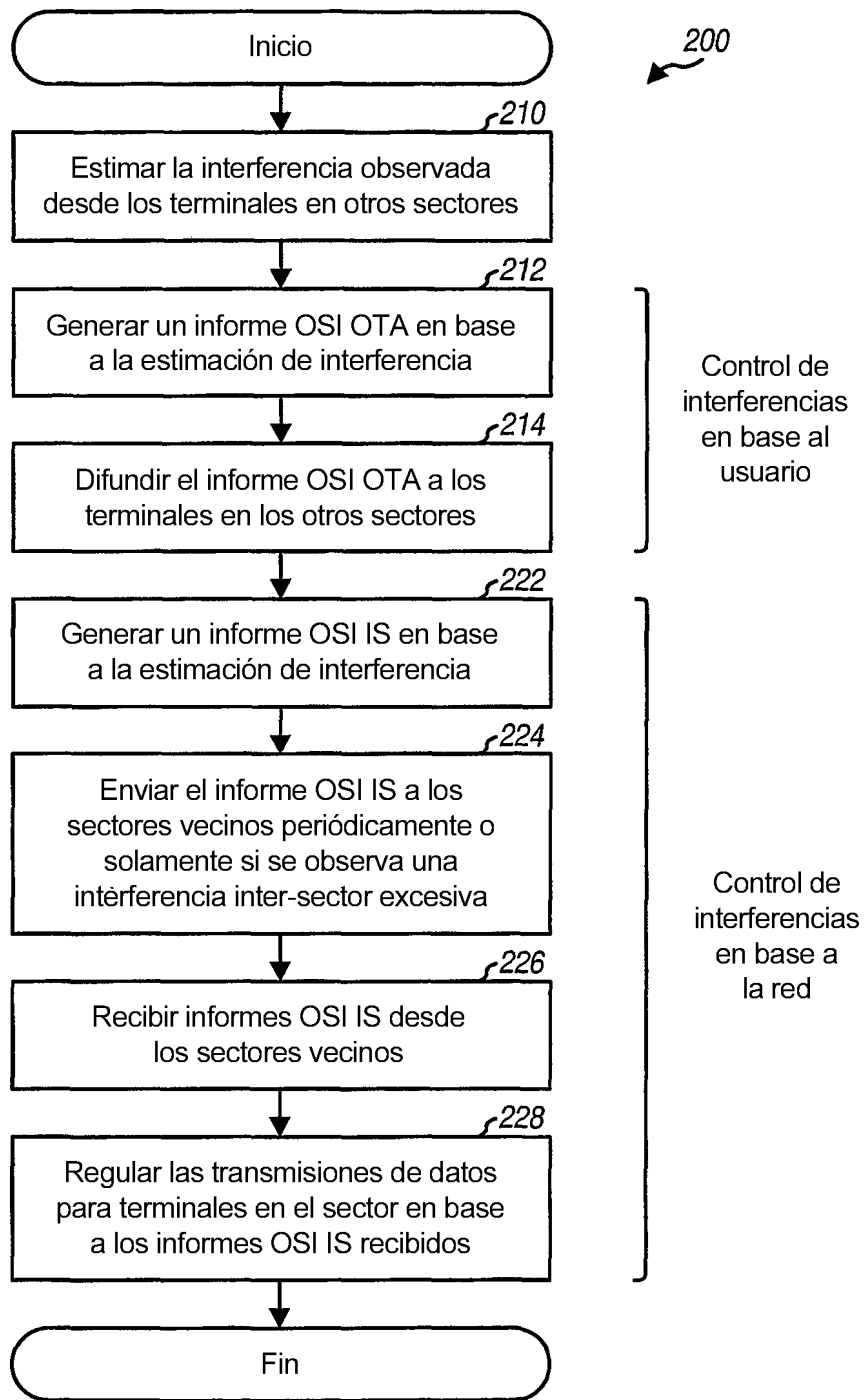


FIG. 2

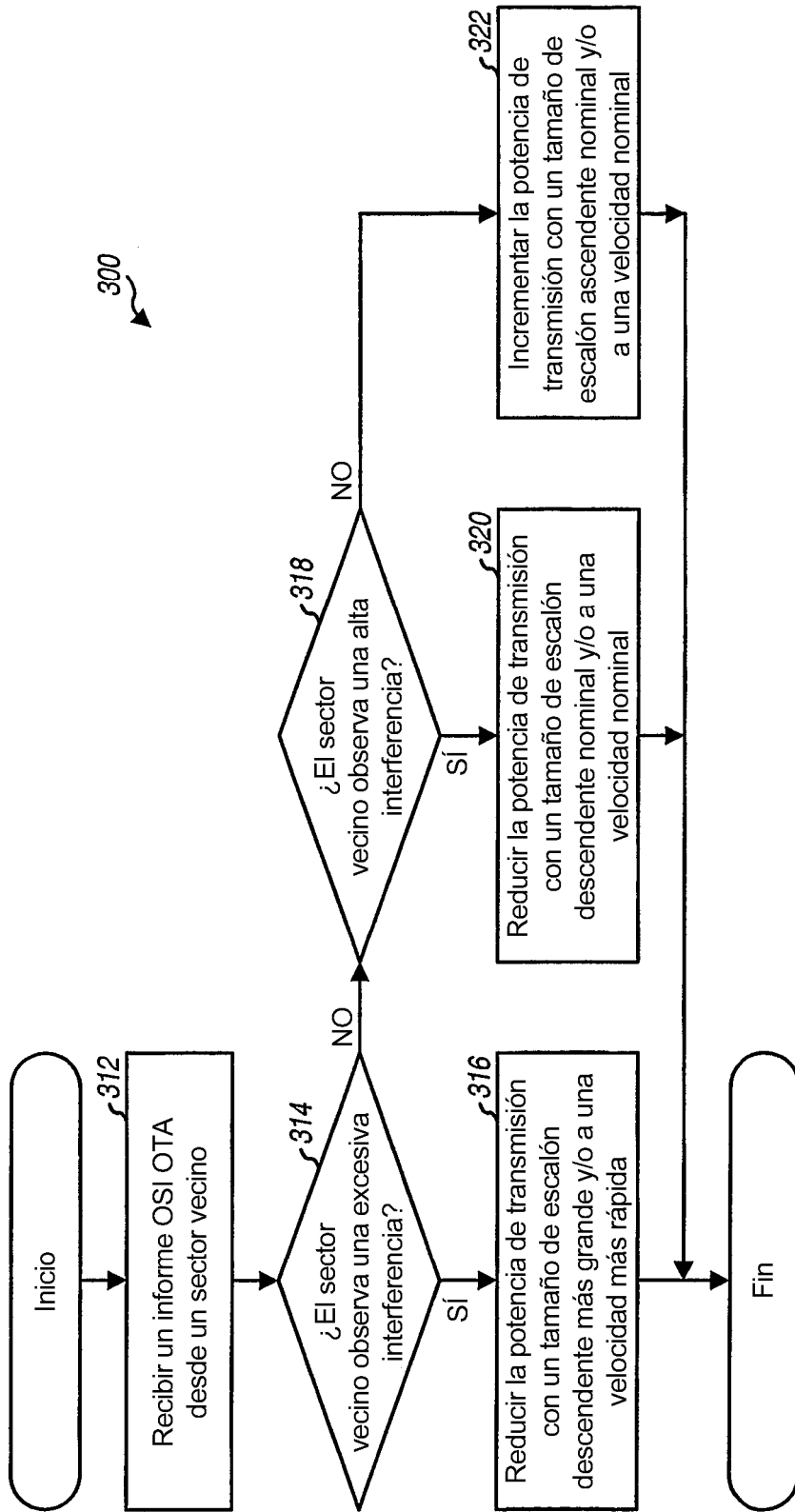


FIG. 3

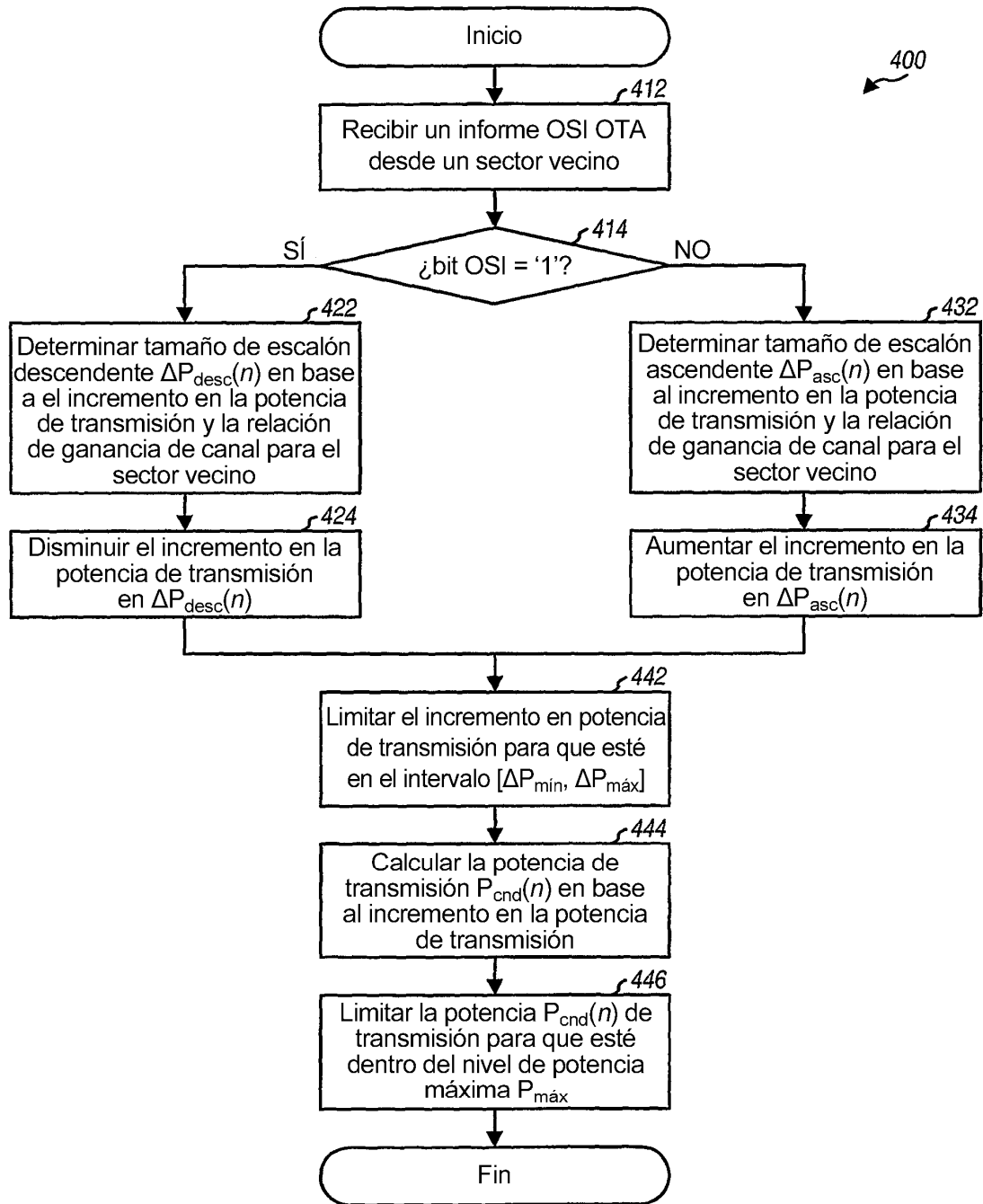


FIG. 4

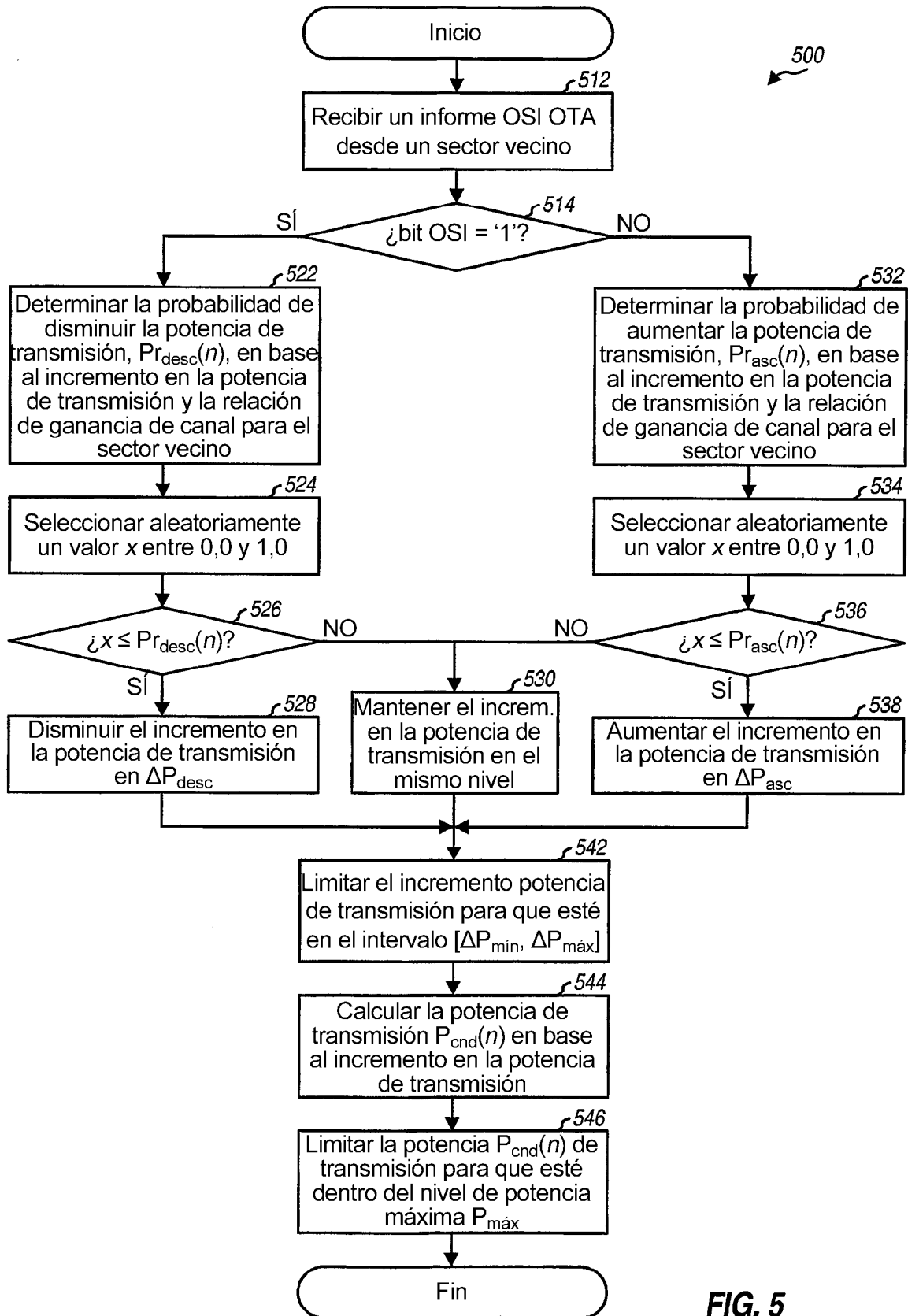


FIG. 5

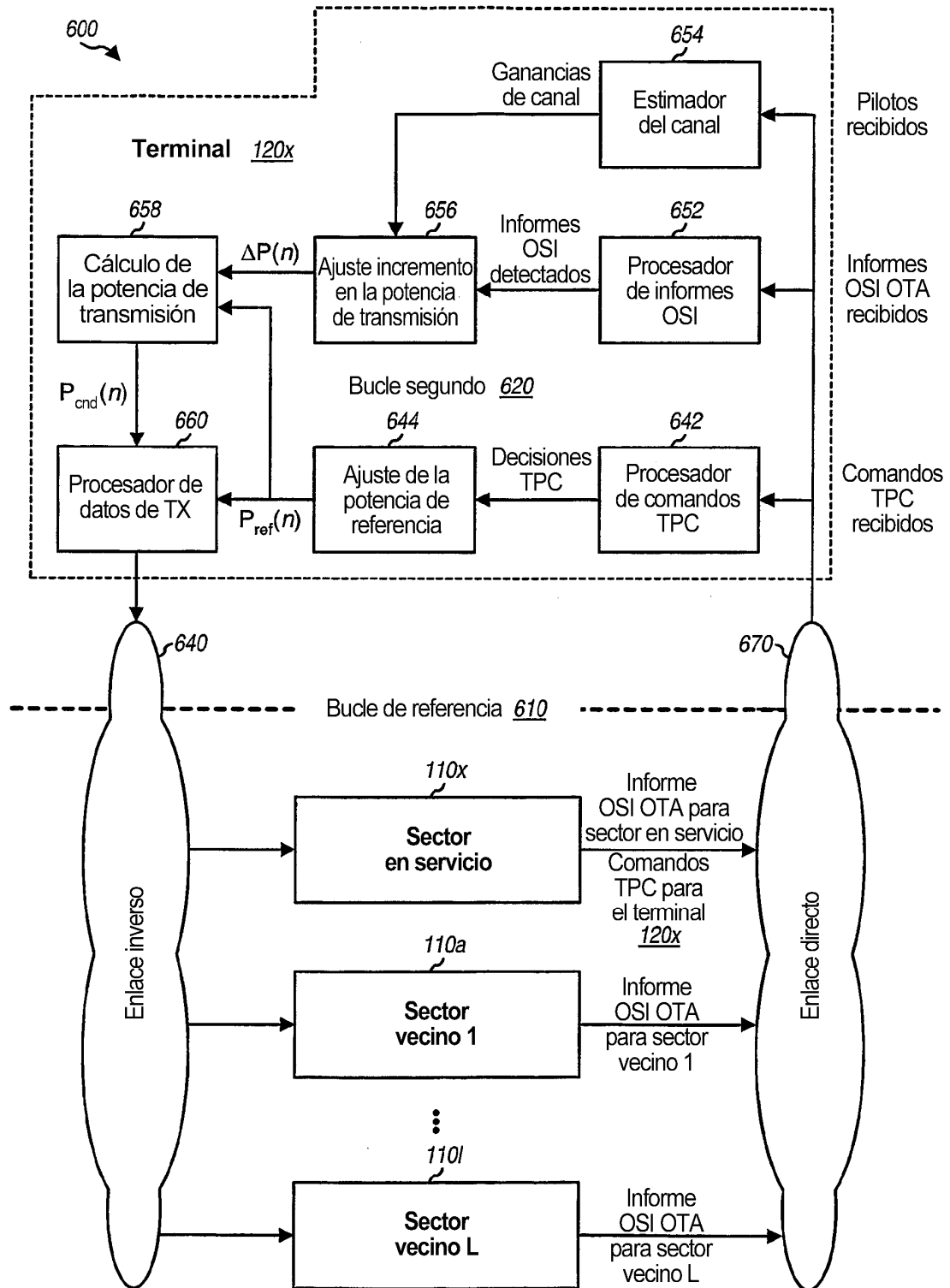


FIG. 6

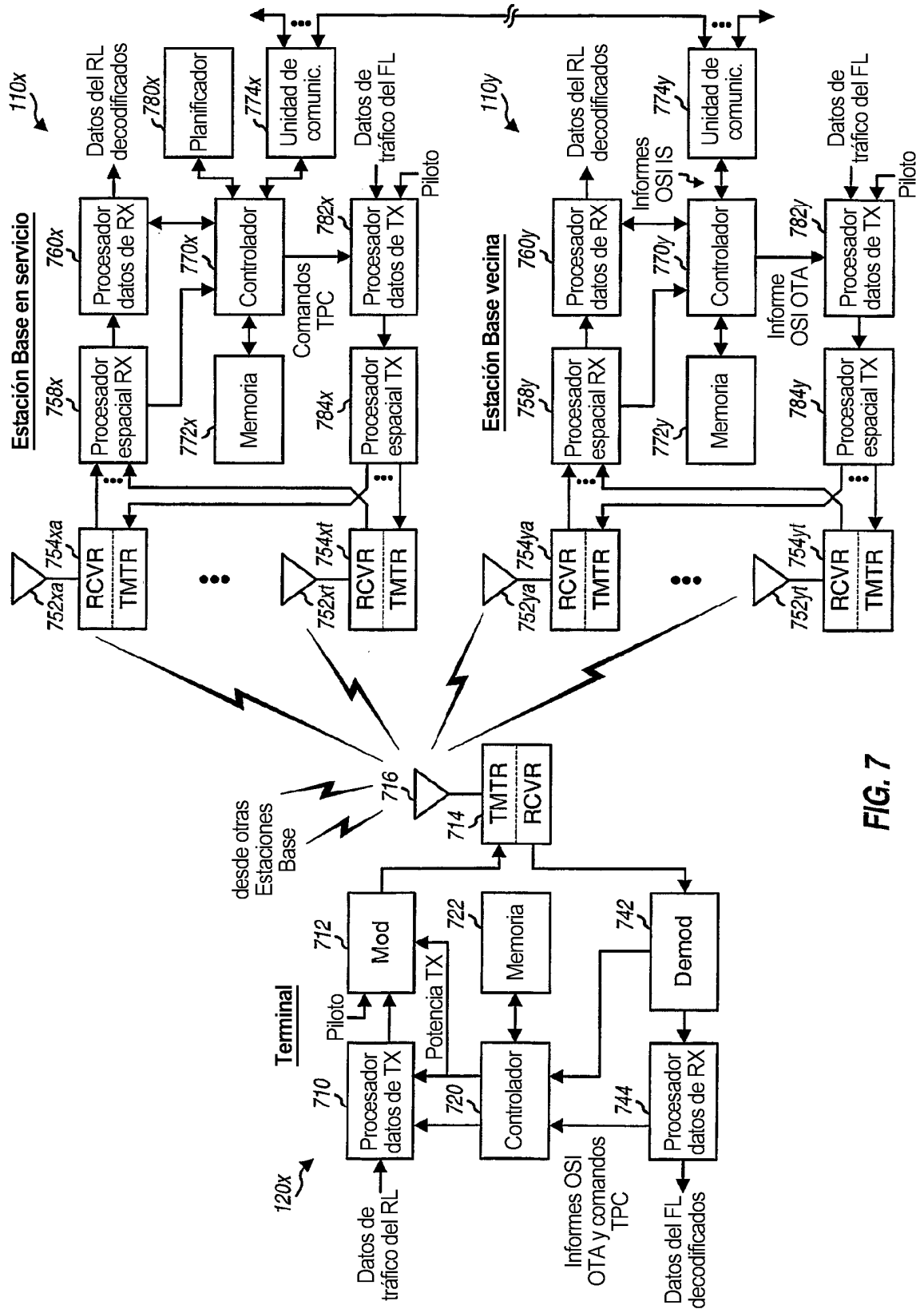


FIG. 7

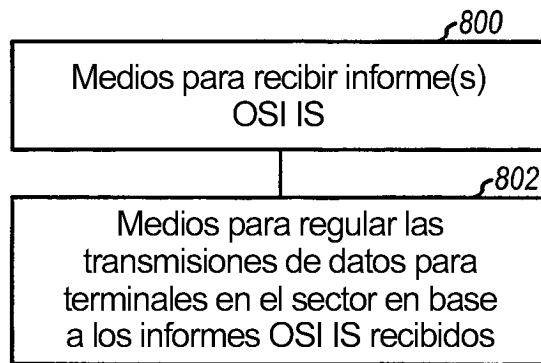


FIG. 8

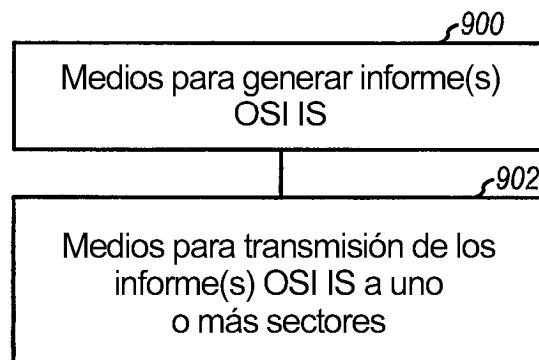


FIG. 9