

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 320**

51 Int. Cl.:

<b>H04B 7/06</b>	(2006.01)
<b>H04B 7/04</b>	(2006.01)
<b>H04L 25/03</b>	(2006.01)
<b>H04L 25/02</b>	(2006.01)
<b>H04L 1/00</b>	(2006.01)
<b>H04L 5/00</b>	(2006.01)
<b>H04W 52/16</b>	(2009.01)
<b>H04W 52/32</b>	(2009.01)
<b>H04W 24/10</b>	(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.05.2013 PCT/SE2013/050514**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **14.11.2013 WO2013169195**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2013 E 13725837 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016 EP 2847878**

54 Título: **Método y disposición para reporte de CSI**

30 Prioridad:

**11.05.2012 US 201213469843**

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

**28.06.2017**

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)  
(100.0%)  
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**HAMMARWALL, DAVID y  
BERGMAN, SVANTE**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 620 320 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

Método y disposición para reporte de CSI

5 **Campo técnico**

Esta invención se refiere a métodos y disposiciones para reportar información de estado de canal.

**Antecedentes**

10 El proyecto de asociación de 3ª generación (3GPP) es responsable de la normalización del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS) y LTE (evolución a largo plazo). El trabajo 3GPP en LTE también se conoce como red de acceso terrestre universal evolucionado (E-UTRAN). LTE es una tecnología para realizar comunicaciones basadas en paquetes de alta velocidad que pueden alcanzar altas velocidades de datos tanto en el enlace descendente como en el enlace ascendente, y está pensado como un sistema de comunicación móvil de próxima generación relativo al UMTS. Con el fin de soportar altas velocidades de datos, LTE permite un ancho de banda del sistema de 20 MHz, o hasta 100 Hz cuando se utiliza la agregación de portadoras. LTE también es capaz de funcionar en diferentes bandas de frecuencia y puede funcionar en al menos los modos dúplex por división de frecuencia (FDD) y dúplex por división de tiempo (TDD).

20 LTE utiliza multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM) en el enlace descendente y OFDM de propagación de transformada de Fourier discreta (propagación DFT) en el enlace ascendente. El recurso físico LTE básico puede ser visto como una cuadrícula tiempo-frecuencia, como se ilustra en la figura 1, donde cada elemento de recurso de tiempo-frecuencia (TFRE) corresponde a una subportadora durante un intervalo de símbolo OFDM, en un puerto de antena particular. Hay una rejilla de recursos por puerto de antena. La asignación de recursos en LTE se describe en términos de bloques de recursos, donde un bloque de recursos corresponde a una ranura en el dominio del tiempo y 12 subportadoras contiguas de 15 kHz en el dominio de la frecuencia. Dos bloques de recursos consecutivos en el tiempo representan un par de bloques de recursos, que corresponde al intervalo de tiempo en el que funciona la planificación.

30 Un puerto de antena es una antena "virtual", que está definida por una señal de referencia específica de puerto de antena (RS). Un puerto de antena está definido de tal manera que el canal sobre el cual se transporta un símbolo en el puerto de antena puede deducirse del canal sobre el cual se transporta otro símbolo en el mismo puerto de antena. La señal correspondiente a un puerto de antena puede ser posiblemente transmitida por varias antenas físicas, que también pueden ser geográficamente distribuidas. En otras palabras, se puede transmitir un puerto de antena desde uno o varios puntos de transmisión. Por el contrario, un punto de transmisión puede transmitir uno o varios puertos de antena. Los puertos de antena pueden referirse intercambiamente como "puertos RS".

40 Las técnicas de antenas múltiples pueden aumentar significativamente la velocidad de datos y la fiabilidad de un sistema de comunicación inalámbrica. El rendimiento es en particular mejorado si tanto el transmisor como el receptor están equipados con múltiples antenas, lo que da como resultado un canal de comunicación de múltiple entrada múltiple salida (MIMO). Tales sistemas y/o técnicas relacionadas se denominan comúnmente como MIMO.

45 El estándar LTE está evolucionando con el soporte MIMO mejorado. Un componente central en LTE es el apoyo de los despliegues de antena de MIMO y las técnicas relacionadas con MIMO. La versión 10 de LTE y superiores (también conocidas como LTE avanzado) permite el soporte de multiplexación espacial de ocho capas con posible precodificación dependiente del canal. Tal multiplexación espacial está dirigida a velocidades de datos altas en condiciones de canal favorables. En la figura 2 se proporciona una ilustración de la multiplexación espacial precodificada.

50 Como se ve, la información que lleva símbolo vector  $s$  se multiplica por una  $N_T \times r$  matriz de precodificador  $W_{NTxr}$ , que sirve para distribuir la energía de transmisión en un subespacio del espacio vectorial dimensional  $N_T$ , donde  $N_T$  corresponde al número de puertos de antena. Los símbolos  $r$  en  $s$  cada uno son parte de un flujo de símbolos, una capa llamada, y  $r$  se conoce como el rango de transmisión. De esta manera, se consigue la multiplexación espacial, ya que se pueden transmitir simultáneamente múltiples símbolos sobre el mismo TFRE. El número de capas,  $r$ , se adapta normalmente para adaptarse a las propiedades del canal actual.

60 Además, la matriz precodificadora se selecciona a menudo a partir de un libro de códigos de posibles matrices precodificadoras, y se indica normalmente por medio de un indicador de matriz precodificadora (PMI), que para un rango dado especifica una matriz precodificadora única en el libro de códigos. Si la matriz precodificadora está confinada para tener columnas ortonormales, entonces el diseño del libro de códigos de matrices precodificadoras corresponde a un problema de empaquetado subespacial grasmaniano.

El  $N_R \times 1$  vector  $y_n$  recibido en el TFRE de datos indexados  $n$  es modelado por

65

$$\mathbf{y}_n = \mathbf{H}_n \mathbf{W}_{N_r \times r} \mathbf{s}_n + \mathbf{e}_n \quad (1)$$

5 donde  $\mathbf{e}_n$  es un vector de ruido más interferencia modelado como realizaciones de un proceso aleatorio. El precodificador para el rango  $r$ ,  $\mathbf{W}_{N_r \times r}$  puede ser un precodificador de banda ancha, que es constante sobre la frecuencia, o selectivo de la frecuencia.

10 La matriz precodificador se elige a menudo para que coincida con las características del  $N_r \times N_t$  canal  $\mathbf{H}$  de MIMO, lo que resulta en la denominada precodificación dependiente de canal. Cuando se basa en la realimentación de UE, esto se denomina comúnmente precodificación en bucle cerrado y esencialmente se esfuerza por enfocar la energía de transmisión en un subespacio que es fuerte en el sentido de transportar gran parte de la energía transmitida al UE. Además, la matriz precodificadora también puede seleccionarse para tratar de ortogonalizar el canal, lo que significa que después de una equalización lineal apropiada en el UE, se reduce la interferencia entre capas.

15 En la precodificación de bucle cerrado, el UE transmite, basándose en mediciones de canal en el enlace directo, o enlace descendente, recomendaciones a la estación base, que en LTE se denomina NodeB evolucionado (eNodeB) de un precodificador adecuado a utilizar. Un único precodificador que se supone que cubre un gran ancho de banda (precodificación de banda ancha) puede ser retroalimentado. También puede ser beneficioso hacer coincidir las variaciones de frecuencia del canal y, en su lugar, devolver un informe de precodificación selectivo de frecuencia, por ejemplo varios precodificadores, uno por subbanda. Este es un ejemplo del caso más general de retroalimentación de información de estado de canal (CSI), que también abarca retroalimentar otras entidades que los precodificadores para asistir al eNodeB en transmisiones subsiguientes al UE. Por lo tanto, la información de estado de canal puede incluir uno o más de PMI, indicadores de calidad de canal (CQI) o indicador de rango (RI).

25 La estimación de la calidad de la señal y del canal es una parte fundamental de un sistema inalámbrico moderno. Las estimaciones de ruido e interferencia se utilizan no sólo en el demodulador, sino que también son cantidades importantes al estimar, por ejemplo, el indicador de calidad de canal (CQI), que se utiliza normalmente para la adaptación de enlaces y las decisiones de planificación en el lado eNodeB.

30 El término  $\mathbf{e}_n$  en (1) representa el ruido y las interferencias en un TFRE y se caracteriza normalmente en términos de estadísticas de segundo orden, como la varianza y correlación. La interferencia se puede estimar de varias maneras, incluyendo desde los símbolos de referencia (RS) específicos de célula que están presentes en la cuadrícula tiempo-frecuencia de LTE. Dicho RS puede corresponder al RS específico de célula versión 8, CRS (puertos de antena 0 - 3), que se ilustran en la figura 3, así como al nuevo RS de CSI disponible en versión10, que se describirá con más detalle abajo. Los CRS a veces también se denominan señales de referencia comunes.

35 Las estimaciones de interferencia y ruido se pueden formar de varias maneras. Las estimaciones se pueden formar fácilmente basándose en los TFRE que contienen RS específicos de células puesto que  $\mathbf{s}_n$  y  $\mathbf{W}_{N_r \times r}$  y luego son conocidos y  $\mathbf{H}_n$  es dada por el estimador de canal. Se observa, además, que la interferencia en los TFRE con datos que está planificada para el UE en cuestión también se puede estimar en cuanto los símbolos de datos,  $\mathbf{s}_n$  se detectan, ya que en ese momento pueden ser considerados como símbolos conocidos. Esta última interferencia puede ser también estimada alternativamente basándose en estadísticas de segundo orden de la señal recibida y la señal destinada al UE de interés, evitando así posiblemente necesitar decodificar la transmisión antes de estimar el término de interferencia. Alternativamente, la interferencia puede medirse en los TFRE donde la señal deseada es silenciada, de modo que la señal recibida corresponde a la interferencia solamente. Esto tiene la ventaja de que la medición de interferencia puede ser más precisa y el procesamiento de UE se vuelve trivial porque no es necesario realizar una decodificación o una sustracción de señal deseada.

#### Señal de referencia de información de estado de canal (CSI-RS)

50 En la versión 10 de LTE, se introdujo una nueva secuencia de símbolos de referencia, CSI-RS, con el propósito de estimar la información de estado de canal. El CSI-RS proporciona varias ventajas basando la retroalimentación CSI en los símbolos de referencia específicos de célula (CRS) que se utilizaron para ese propósito en versiones anteriores. En primer lugar, el CSI-RS no se utiliza para la demodulación de la señal de datos, y por lo tanto no requiere la misma densidad. En otras palabras, la sobrecarga del CSI-RS es sustancialmente menor. En segundo lugar, el CSI-RS proporciona un medio mucho más flexible para configurar las mediciones de retroalimentación de CSI. Por ejemplo, qué recurso CSI-RS medir o se puede configurar de una manera específica del UE. Además, el soporte de configuraciones de antena mayores de 4 antenas debe recurrir a CSI-RS, ya que el CRS sólo se define para un máximo de 4 antenas.

60 Al medir en un CSI-RS, un UE puede estimar el canal efectivo que atraviesa el CSI-RS incluyendo el canal de propagación de radio, las ganancias de antena y cualquier posible virtualización de antena. Un puerto CSI-RS puede estar precodificado de modo que se virtualiza sobre múltiples puertos físicos de antena; es decir, el puerto CSI-RS se puede transmitir en múltiples puertos de antena físicos, posiblemente con diferentes ganancias y fases. En más rigor matemático esto implica que si se transmite una conocida señal  $x_n$  CSI-RS, un UE puede estimar el acoplamiento entre la señal transmitida y la señal recibida, es decir, el canal efectivo. Por lo tanto, si no se realiza la

virtualización en la transmisión:

$$\mathbf{y}_n = \mathbf{H}_n \mathbf{x}_n + \mathbf{e}_n$$

- 5 el UE puede medir la eficacia del canal  $H_{\text{eff}} = H_n$ . Del mismo modo, si las CSI-RS se virtualiza utilizando un precodificador  $\mathbf{W}_{\text{NTx}r'}$  como

$$\mathbf{y}_n = \mathbf{H}_n \mathbf{W}_{\text{NTx}r'} \mathbf{x}_n + \mathbf{e}_n$$

- 10 el UE puede estimar el canal eficaz  $H_{\text{eff}} = H_n \mathbf{W}_{\text{NTx}r'}$

Relacionado con CSI-RS se encuentra el concepto de recursos CSI-RS de potencia cero (también conocido como CSI-RS silenciado) que están configurados como recursos CSI-RS regulares, de manera que un UE sabe que la transmisión de datos está mapeada alrededor de esos recursos. La intención de los recursos CSI-RS de potencia cero es permitir que la red silencie la transmisión en los recursos correspondientes para aumentar el SINR de un CSI-RS de potencia no cero correspondiente, posiblemente transmitida en una célula vecina/punto de transmisión. Para la versión 11 de LTE, se está discutiendo un CSI-RS de potencia cero especial que un UE está obligado a utilizar para medir interferencia más ruido. Como indica el nombre, un UE puede suponer que los TP de interés no están transmitiendo en el recurso CSI-RS silenciado y, por lo tanto, la potencia recibida puede utilizarse como medida del nivel de interferencia más ruido.

Basado en un recurso CSI-RS especificado y en una configuración de medición de interferencia, por ejemplo, un recurso CSI-RS silenciado, el UE puede estimar el canal efectivo y el ruido más interferencia, y por consiguiente también determinar qué rango, precodificador y formato de transporte recomendar que mejor combine con el canal particular.

#### Desplazamiento de medición de potencia

Como se ha mencionado anteriormente, en LTE un terminal proporciona a la red información de estado de canales, mediante la recomendación de una transmisión particular para un canal efectivo medido, por ejemplo una combinación de PMI, RI y un CQI. Para permitir esta recomendación, el UE necesita conocer el desplazamiento de potencia relativo entre las señales de referencia (que se utilizan para medir el canal efectivo) y una supuesta transmisión de datos próxima. A continuación se hace referencia a un desplazamiento de potencia tal como un desplazamiento de medición de potencia (PMO). Este desplazamiento de potencia está ligado a una señal de referencia específica, por ejemplo, se refiere al parámetro  $P_c$  que forma parte del mensaje de configuración para configurar una medición en un CSI-RS o al parámetro  $\text{nomPDSCH-RS-EPRE-Offset}$  para CRS.

En la práctica, los CQI rara vez son perfectos y pueden haber errores sustanciales, lo que significa que la calidad de canal estimada no corresponde a la calidad de canal real vista para el enlace a través del cual tiene lugar la transmisión. El eNodeB puede, en cierta medida, reducir los efectos perjudiciales de la notificación errónea de CQI mediante el ajuste del bucle externo de los valores de CQI. Mediante la monitorización de la señalización ACK/NACK del ARQ híbrido, el eNodeB puede detectar si la tasa de error de bloque (BLER), o una medida relacionada, está por debajo o por encima del valor objetivo. Utilizando esta información, el eNodeB puede decidir utilizar MCS más ofensivo (o defensivo) de lo recomendado por el UE. Sin embargo, el control de bucle externo es una herramienta primitiva para mejorar la adaptación del enlace y la convergencia de los bucles puede ser lenta.

Además, es más difícil para el eNodeB desviarse del rango recomendado, porque los informes de CQI se relacionan directamente con el rango. Por lo tanto, un cambio en el rango hace difícil o imposible utilizar la información proporcionada por los informes CQI, es decir, el eNodeB tendría graves dificultades para saber qué MCS utilizar en los diferentes flujos de datos si el eNodeB anulase el rango recomendado por el UE.

La red puede mejorar el informe de rango ajustando un PMO en el UE. Por ejemplo, si el desplazamiento de medición de potencia disminuye (haciendo que el terminal asuma una potencia inferior para el canal de datos transmitido), el terminal tenderá a recomendar un rango más bajo puesto que el rango "óptimo" aumenta con SINR.

#### Transmisión multipunto coordinada (CoMP)

La transmisión y recepción de CoMP se refiere a un sistema en el que la transmisión y/o recepción en múltiples lugares de antena separados geográficamente está coordinada con el fin de mejorar el rendimiento del sistema. Más específicamente, la CoMP se refiere a la coordinación de matriz de antena que tienen diferentes áreas de cobertura geográfica. En la discusión subsiguiente nos referimos a un conjunto de antenas que cubren esencialmente el mismo área geográfica de la misma manera que un punto, o más específicamente como un punto de transmisión (TP). De este modo, un punto puede corresponder a uno de los sectores en un sitio, pero también puede

corresponder a un sitio que tiene una o más antenas que pretenden cubrir una zona geográfica similar. A menudo, los diferentes puntos representan diferentes sitios. Las antenas corresponden a diferentes puntos cuando están suficientemente separados geográficamente y/o tienen diagramas de antenas que apuntan en direcciones suficientemente diferentes. Aunque la presente divulgación se centra principalmente en la transmisión CoMP de enlace descendente, debe apreciarse que, en general, un punto de transmisión también puede funcionar como un punto de recepción. La coordinación entre puntos puede ser distribuida, por medio de comunicación directa entre los diferentes sitios, o por medio de un nodo central de coordinación. Otra posibilidad de coordinación es un "grupo flotante" en el que cada punto de transmisión está conectado y coordina un cierto conjunto de vecinos (por ejemplo, dos vecinos). Un conjunto de puntos que realizan una transmisión coordinada y/o transmisión se denomina un grupo de coordinación de la CoMP, un grupo de coordinación, o simplemente como un grupo a continuación.

La figura 5 muestra un ejemplo de red inalámbrica con un grupo de coordinación de CoMP que comprende tres puntos de transmisión, denominados TP1, TP2 y TP3.

La CoMP es una herramienta introducida en LTE para mejorar la cobertura de altas velocidades de datos, el rendimiento de borde de célula y/o aumentar el rendimiento del sistema. En particular, el objetivo es distribuir el rendimiento percibido por el usuario más uniformemente en la red tomando control de la interferencia en el sistema, ya sea reduciendo la interferencia y/o mejorando la predicción de la interferencia.

El funcionamiento de la CoMP se dirige a muchos despliegues diferentes, incluyendo la coordinación entre sitios y sectores en despliegues macro celulares, así como diferentes configuraciones de despliegues heterogéneos, donde por ejemplo un nodo macro coordina la transmisión con nodos pico dentro del área de cobertura macro.

Hay muchos esquemas diferentes de transmisión de CoMP que se consideran; por ejemplo,

Blanqueo de punto dinámico, en la que múltiples puntos de transmisión coordinan la transmisión para que los puntos de transmisión vecinos puedan silenciar las transmisiones de los recursos de tiempo-frecuencia (TFRE) que están asignados a los UE que experimentan una interferencia significativa.

Formación de haz coordinada, en la que los TP coordinan las transmisiones en el dominio espacial mediante la formación de haz de la potencia de transmisión de tal manera que la interferencia en los UE servida por los TP vecinos se suprime.

Selección de puntos dinámicos, en la que la transmisión de datos a un UE puede conmutar dinámicamente (en tiempo y frecuencia) entre diferentes puntos de transmisión, de manera que los puntos de transmisión se utilizan completamente.

Transmisión conjunta, en la que la señal a un UE se transmite simultáneamente desde múltiples TP en el mismo recurso de tiempo/frecuencia. El objetivo de la transmisión conjunta es aumentar la potencia de la señal recibida y/o reducir la interferencia recibida, si los TP cooperantes de otro modo servirían a otros UE sin tener en cuenta nuestro UE de JT.

#### Retroalimentación de CoMP

Un denominador común para los esquemas de transmisión de CoMP es que la red necesita información de CSI no sólo para el TP de servicio, sino también para los canales que conectan los TP vecinos a un terminal. Por ejemplo, configurando un recurso CSI-RS único por TP, un UE puede resolver los canales efectivos para cada TP mediante mediciones en el CSI-RS correspondiente. Obsérvese que el UE probablemente ignora la presencia física de un TP particular, sólo está configurado para medir en un recurso CSI-RS particular, sin saber de ninguna asociación entre el recurso CSI-RS y un TP.

En la figura 4 se muestra un ejemplo detallado que muestra qué elementos de recursos dentro de un par de bloques de recursos pueden estar ocupados por RS y CSI-RS específicos de UE. En este ejemplo, el CSI-RS utiliza un código de cubierta ortogonal de longitud dos para superponer dos puertos de antena en dos RE consecutivos. Como se ve, muchos diferentes patrones CSI-RS están disponibles. Para el caso de 2 puertos de antena CSI-RS, por ejemplo, hay 20 patrones diferentes dentro de una subtrama. El número correspondiente de patrones es 10 y 5 para 4 y 8 puertos de antena CSI-RS, respectivamente.

Un recurso CSI-RS puede ser descrito como el patrón de elementos de recurso en el que se transmite una configuración CSI-RS particular. Una forma de determinar un recurso CSI-RS es mediante una combinación de los parámetros "resourceConfig", "subframeConfig" y "antennaPortsCount", que pueden ser configurados mediante señalización RRC.

Son posibles diferentes tipos de retroalimentación de la CoMP. La mayoría de las alternativas se basan en la retroalimentación de los recursos de CSI-RS, posiblemente con la agregación de CQI de múltiples recursos de CSI-RS, y también posiblemente con algún tipo de información de co-fase entre los recursos de CSI-RS. La siguiente es

una lista no exhaustiva de alternativas relevantes (téngase en cuenta que también es posible una combinación de cualquiera de estas alternativas):

5 Por retroalimentación de recursos CSI-RS, corresponde al informe separado de la información de estado de canal (CSI) para cada uno de un conjunto de recursos CSI-RS. Tal informe de CSI puede comprender, por ejemplo, uno o más de un indicador de matriz precodificadora (PMI), indicador de rango (RI) y/o indicador de calidad de canal (CQI), que representan una configuración recomendada para una transmisión hipotética de enlace descendente a través de las mismas antenas utilizadas para el CSI-RS asociado, o el RS utilizado para la medición del canal. De manera más general, la transmisión recomendada debe ser asignada a antenas físicas de la misma manera que los símbolos de referencia utilizados para la medición de canal de CSI.

15 Normalmente existe una correlación uno a uno entre un CSI-RS y un TP, en cuyo caso, la retroalimentación de los recursos de CSI-RS corresponde a la retroalimentación por TP; es decir, un PMI / RI / CQI separado es reportado para cada TP. Téngase en cuenta que podría haber interdependencias entre los informes de CSI; por ejemplo, podrían ser obligados a tener el mismo RI. Las interdependencias entre los informes de CSI tienen muchas ventajas, tales como; el espacio de búsqueda reducido cuando el UE calcula la retroalimentación, la sobrecarga de retroalimentación reducida y, en el caso de la reutilización de RI, hay una necesidad reducida de realizar una sustitución de rango en el eNodeB.

20 Los recursos considerados CSI-RS son configurados por el eNodeB como conjunto de medición CoMP. En el ejemplo mostrado en la figura 5, pueden configurarse diferentes conjuntos de medición para los dispositivos inalámbricos 540 y 550. Por ejemplo, el conjunto de medición para el dispositivo inalámbrico 540 puede consistir en recursos CSI-RS transmitidos por TP1 y TP2, ya que estos puntos pueden ser adecuados para la transmisión al dispositivo 540. El conjunto de medición para el dispositivo inalámbrico 550 puede configurarse en cambio para consistir en recursos CSI-RS transmitidos por TP2 y TP3. Los dispositivos inalámbricos reportarán la información de CSI para los puntos de transmisión correspondientes a sus respectivos conjuntos de medición, permitiendo de este modo a la red, por ejemplo, seleccionar el punto de transmisión más apropiado para cada dispositivo.

30 La retroalimentación agregada corresponde a un informe de CSI para un canal que corresponde a una agregación de múltiples CSI-RS. Por ejemplo, se puede recomendar un conjunto PMI/RI/CQI para una transmisión conjunta a través de todas las antenas asociadas con los múltiples CSI-RS.

35 Sin embargo, una búsqueda conjunta puede ser demasiado exigente desde el punto de vista computacional para el UE y una forma simplificada de agregación es evaluar un CQI agregado que se combina con los PMI de recursos de CSI-RS, los cuales deberían ser normalmente todos del mismo rango correspondiente al CQI o los CQI agregados. Dicho esquema también tiene la ventaja de que la retroalimentación agregada puede compartir mucha información con una retroalimentación de los recursos de CSI-RS. Esto es beneficioso, ya que muchos esquemas de transmisión de CoMP requieren la retroalimentación de los recursos por CSI-RS, y para permitir la flexibilidad de eNodeB en la selección dinámica del esquema de CoMP, la retroalimentación agregada se transmitiría normalmente en paralelo con la retroalimentación de los recursos por CSI-RS. Para soportar la transmisión conjunta coherente, tales PMI de recursos CSI-RS pueden aumentarse con información de co-fase que permite al eNodeB rotar los PMI de recursos por CSI-RS de modo que las señales se combinen coherentemente en el receptor.

45 Mediciones de interferencia para CoMP

Para un funcionamiento eficiente de CoMP es igualmente importante capturar suposiciones de interferencia apropiadas al determinar la CSI, ya que es capturar la señal deseada recibida apropiada.

50 Para el propósito de esta divulgación, un proceso CSI se define como el proceso de presentación de informes de CSI (por ejemplo, CQI y PMI/RI potencialmente asociado) para un canal efectivo particular y un recurso de medición de interferencia. Opcionalmente, un proceso CSI también puede estar asociado con una o más configuraciones de emulación de interferencia, como se explicará más adelante. El canal efectivo está definido por un recurso de señal de referencia que comprende una o múltiples secuencias de referencia asociadas. El recurso de medición de interferencia es un conjunto de elementos de recurso en el que se reciben una o más señales que se supone que interfieren con la señal deseada. El IMR puede corresponder a un recurso de referencia CQI particular, por ejemplo, un recurso CRS. Alternativamente, el IMR puede ser un recurso configurado específicamente para medir la interferencia.

60 En sistemas no coordinados, el UE puede medir eficazmente la interferencia observada desde todos los TP (o todas las demás células), que será el nivel de interferencia relevante en una transmisión de datos próxima. Tales mediciones de interferencia se realizan normalmente analizando la interferencia residual en recursos de CRS, después de que el UE reste el impacto de la señal CRS. En sistemas coordinados que realizan la CoMP tales mediciones de interferencia se vuelven cada vez más irrelevantes. Más notablemente, dentro de un grupo de coordinación, un eNodeB puede controlar en gran medida qué TP interfieren con un UE en cualquier TFRE particular. Por lo tanto, habrá múltiples hipótesis de interferencia dependiendo de qué TP están transmitiendo datos a otros terminales.

- Con el propósito de mediciones de interferencia mejoradas se introduce una nueva funcionalidad en la versión 11 de LTE, donde el acuerdo es que la red será capaz de configurar qué TFRE particulares que se van a utilizar para las mediciones de interferencia para un UE particular; esto se define como un recurso de medición de interferencia (IMR). La red puede así controlar la interferencia observada en un IMR, por ejemplo silenciando todos los TP dentro de un grupo de coordinación en los TFRE asociados, en cuyo caso el terminal medirá efectivamente la interferencia de grupo inter CoMP. En el ejemplo mostrado en la figura 5, esto correspondería a silenciar TP1, TP2 y TP3 en los TFRE asociados con el IMR.
- Consideremos, por ejemplo, un esquema de blanqueo de puntos dinámicos, en el que existen al menos dos hipótesis de interferencia relevantes para un UE particular: en una hipótesis de interferencia el UE no ve interferencia desde el punto de transmisión coordinado; y en la otra hipótesis el UE ve interferencia desde el punto vecino. Para permitir que la red determine de manera efectiva si un TP debe o no ser silenciado, la red puede configurar el UE para informar dos o, en general, múltiples CSI correspondientes a diferentes hipótesis de interferencia, es decir, puede haber dos procesos CSI correspondientes a diferentes situaciones de interferencia. Continuando con el ejemplo de la figura 5, supongamos que el dispositivo inalámbrico 550 está configurado para medir la CSI desde TP3. Sin embargo, TP2 puede interferir potencialmente con una transmisión desde TP2, dependiendo de cómo la red planifique la transmisión. De este modo, la red puede configurar el dispositivo 550 con dos procesos CSI para TP3 (o, más específicamente, para medir el CSI-RS transmitido por TP3). Un proceso CSI está asociado con la hipótesis de interferencia de que TP2 es silencioso y el otro proceso CSI corresponde a la hipótesis de que TP3 está transmitiendo una señal interferente.
- Para facilitar este esquema se ha propuesto configurar múltiples IMR, en los que la red es responsable de realizar cada hipótesis de interferencia relevante en el IMR correspondiente. Por lo tanto, al asociar un IMR particular con un proceso CSI particular, la información de CSI relevante, por ejemplo CQI, puede ponerse a disposición de la red para una planificación eficaz. En el ejemplo de la figura 5, la red puede, por ejemplo, configurar un IMR en el que sólo TP2 esté transmitiendo, y otro IMR en el que TP2 y TP3 sean ambos silenciosos. Cada proceso CSI puede estar asociado con un IMR diferente.
- Aunque la posibilidad de asociar un proceso CSI con uno o más IMR permite a la red obtener una mejor base para realizar decisiones de adaptación de enlace y planificación, todavía hay espacio para mejoras adicionales al determinar la información de estado de canal. En particular, existe la necesidad de mecanismos mejorados para estimar la interferencia para un proceso CSI particular.
- Un papel de contribución 3GPP R1-121740 describe métodos para que un UE mida/determine hipótesis de interferencia para informes de CSI destinadas a diferentes hipótesis de transmisión.
- Un papel de contribución 3GPP R1-120036 proporciona un análisis de configuración de subtrama y configuración Pc para múltiples recursos CSI-RS de potencia no cero.
- La invención es definida por las reivindicaciones. Las siguientes referencias a realizaciones han de entenderse como meros ejemplos que son útiles para comprender la invención.
- Un objeto de algunas realizaciones es proporcionar un mecanismo mejorado para la presentación de informes de CSI. Otro objeto de algunas realizaciones es permitir una adaptación de enlace mejorada.
- Un objeto adicional de algunas realizaciones es mejorar la estimación de interferencia para un proceso CSI, especialmente en escenarios de CoMP.
- Algunas realizaciones proporcionan un método en un dispositivo inalámbrico para reportar la información de estado de canal, CSI, para un proceso CSI. El proceso CSI corresponde a un recurso de señal de referencia y a un recurso de medición de interferencia. El dispositivo inalámbrico obtiene un valor de ajuste asociado con el proceso CSI. El dispositivo inalámbrico estima entonces un canal efectivo basado en una o más señales de referencia recibidas en el recurso de señal de referencia, y aplica el valor de ajuste al canal efectivo estimado, obteniendo un canal efectivo ajustado. A continuación, el dispositivo inalámbrico determina la información de estado de canal basada en el canal efectivo ajustado y en la interferencia estimada basada en el recurso de medición de interferencia. Finalmente, el dispositivo inalámbrico transmite la información de estado de canal a un nodo de red.
- Algunas realizaciones proporcionan un método en un nodo de red para recibir la información de estado de canal, CSI, para un proceso CSI desde un dispositivo inalámbrico. El nodo de red está asociado con un grupo para la transmisión multipunto coordinada. El nodo de red transmite al dispositivo inalámbrico una indicación de un valor de ajuste asociado con el proceso CSI. El dispositivo inalámbrico recibe entonces la información de estado de canal relacionada con el proceso CSI desde el dispositivo inalámbrico.
- Algunas realizaciones proporcionan un dispositivo inalámbrico para reportar la información de estado de canal, CSI, para un proceso CSI. El dispositivo inalámbrico comprende circuitería de procesamiento y circuitería de radio. La

5 circuitería de procesamiento está configurada para obtener un valor de ajuste asociado con el proceso CSI, para estimar un canal efectivo basado en una o más señales de referencia recibidas, a través de la circuitería de radio, en el recurso de señal de referencia, para aplicar el valor de ajuste al canal estimado efectivo, obteniendo un canal efectivo ajustado, para determinar la información de estado de canal basada en el canal efectivo ajustado, y en la interferencia estimada basada en la hipótesis de interferencia; y para transmitir, a través de la circuitería de radio, la información de estado de canal a un nodo de red.

10 Algunas realizaciones proporcionan un nodo de red para recibir, desde un dispositivo inalámbrico, la información de estado de canal, CSI, para un proceso CSI. El nodo de red comprende la circuitería de procesamiento y es conectable a la circuitería de radio. La circuitería de procesamiento está configurada para transmitir, a través de la circuitería de radio, una indicación de un valor de ajuste asociado con el proceso CSI al dispositivo inalámbrico. La circuitería de procesamiento está configurada además para recibir, a través de la circuitería de radio, la información de estado de canal relacionada con el proceso CSI desde el dispositivo inalámbrico.

15 Algunas realizaciones proporcionan una configuración de desplazamiento de medición de potencia mejorada, lo que resulta en una mejor adaptación de enlace. Esto a su vez se traduce en un rendimiento incrementado en términos de eficiencia espectral incrementada y retransmisiones reducidas en el ARQ híbrido.

**Breve descripción de los dibujos**

20 La figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra la rejilla de recursos tiempo-frecuencia LTE.

La figura 2 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra la estructura de transmisión del modo de multiplexación espacial precodificado en LTE.

25 La figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra las señales de referencia específicas de la célula.

La figura 4 es un diagrama esquemático que muestra disposiciones de ejemplo de señales de referencia.

30 La figura 5 es un diagrama esquemático que ilustra un grupo de coordinación de CoMP en una red inalámbrica.

La figura 6 es un diagrama esquemático que ilustra un grupo de coordinación de CoMP en Una Red Inalámbrica.

35 La figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra un grupo de coordinación de CoMP en Una Red Inalámbrica.

Las figuras 8-11 son diagramas de flujo que ilustran métodos de acuerdo con algunas realizaciones.

La figura 12a es un diagrama de bloques que ilustra un nodo de red de acuerdo con algunas realizaciones.

40 La figura 12b es un diagrama de bloques que ilustra detalles de un nodo de red de acuerdo con algunas realizaciones.

45 La figura 13a es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo inalámbrico de acuerdo con algunas realizaciones.

La figura 13b es un diagrama de bloques que ilustra detalles de un dispositivo inalámbrico de acuerdo con algunas realizaciones.

**Descripción detallada**

50 Un problema particular que afecta a las mediciones de interferencia para CoMP es que, incluso dentro de un grupo de coordinación CoMP único, diferentes UE serán configurados para mediciones CoMP sobre diferentes TP dentro del grupo; esto es, cada UE puede estar configurado con un conjunto de medición CoMP separado no abarcando todos los nodos en el grupo de coordinación. Por lo tanto, cada UE verá un conjunto diferente de TP como interferencia residual, o no coordinada.

60 En particular, para los grupos CoMP más grandes puede llegar a ser prohibitivo configurar un IMR distinto para cada combinación de interferencia residual. Por lo tanto, para algunas configuraciones del conjunto de medición CoMP el UE medirá una interferencia residual que carece de la contribución desde uno o más TP interferentes, y/o en el que uno o más TP que no deberían interferir se incluyen de hecho.

65 Este desequilibrio entre la interferencia medida para el informe de CSI, y la interferencia real vista en una transmisión de enlace descendente, deteriorará la adaptación de enlace de la red y degradará el rendimiento total y la eficacia espectral de la red. Un problema particularmente desafiante es cuando los niveles de interferencia medidos incorrectamente provocan que el UE informe rangos de transmisión desequilibrados, que es difícil para el eNodeB superar por el acoplamiento estanco al o los CQI y el PMI.



Además, el nivel de interferencia experimentado para diferentes informes de CSI puede ser substancialmente diferente, lo que puede hacerlo desafiante para hacer que un desplazamiento de medición de potencia tenga el efecto deseado para todos los puntos de funcionamiento diferentes.

5 Algunas realizaciones abordan estos problemas proporcionando un valor de ajuste específico de proceso CSI, lo que puede ser un desplazamiento de medición de potencia o un factor de escala, y que el dispositivo inalámbrico aplica al canal efectivo como estimado basándose en el canal efectivo ajustado. El valor ajustado se determina de manera que compensa total o parcialmente un nivel de interferencia estimado o incorrectamente medido. Las realizaciones  
10 particulares permiten un comportamiento de desplazamiento de medición de componente para diferentes informes de CSI. Por lo tanto, un desplazamiento de medición de potencia está siempre unido a una señal de referencia específica.

15 Configurando de forma separada los desplazamientos de medición de potencia para los diferentes procesos CSI el impacto de mediciones de interferencia incorrecta, que normalmente impacta en diferentes procesos CSI de manera diferente, puede ser compensado para ya en un UE y así mejorar los rangos de transmisión recomendados y los CQI correspondientes. Además, los diferentes puntos de funcionamiento, causados por diferentes niveles de interferencia, para la medición de potencia pueden ser acomodados consiguiendo el comportamiento deseado, por ejemplo, en el informe de rango para cada proceso CSI.

20 La figura 5 ilustra un ejemplo de sistema 500 de comunicaciones inalámbrico en el que varias realizaciones de la invención pueden ser implementadas. Los tres puntos 510, 520 y 530 de transmisión forman un grupo de coordinación CoMP. A continuación, con fines ilustrativos y no limitativos, se asumirá que el sistema 500 de comunicaciones es un sistema LTE. Los puntos 510, 520 y 530 de transmisión son unidades de radio remotas (RRU), controladas por el eNodeB 560. En un escenario alternativo (no mostrado), los puntos de transmisión podrían ser controlados por unos eNodeB separados. Debería apreciarse que, por norma general, cada nodo de red, por ejemplo, eNodeB, puede controlar uno o más puntos de transmisión, que pueden estar tanto físicamente colocalizados con el nodo de red, como distribuidos geográficamente. En el escenario mostrado en la figura 5, se  
25 asume que los puntos 510, 520 y 530 de transmisión están conectados al eNodeB 560, por ejemplo, por cable óptico o una conexión de microondas punto a punto. En el caso de que algunos o todos los puntos de transmisión que forman el grupo sean controlados por diferentes eNodeB, se asumiría que esos eNodeB están conectados entre sí, por ejemplo, por medio de una red de transporte, para poder intercambiar información la posible coordinación de transmisión y recepción.

35 Debería apreciarse que aunque los ejemplos del presente documento se refieren a un eNodeB con fines ilustrativos, la invención se aplica a cualquier nodo de red. La expresión "nodo de red" como se usa en esta divulgación está destinadas a abarcar cualquier estación base de radio, por ejemplo, un eNodeB, NodeB, eNodeB doméstico, o cualquier otro tipo de nodo de red que controle todo o parte de un grupo CoMP.

40 El sistema 500 de comunicación comprende además dos dispositivos inalámbricos 540 y 550. En el contexto de esta divulgación, el término "dispositivo inalámbrico" abarca cualquier tipo de nodo inalámbrico que puede comunicarse con un nodo de red, tal como una estación base, o con otro dispositivo inalámbrico mediante la transmisión y/o recepción de señales inalámbricas. Así, el término "dispositivo inalámbrico" abarca, pero no está limitado: un equipo de usuario, un terminal móvil, un dispositivo inalámbrico fijo o móvil para comunicación máquina a máquina, una tarjeta inalámbrica integrada o embebida, una tarjeta inalámbrica conectada externamente, una mochila, etc. El dispositivo inalámbrico puede también ser un nodo de red, por ejemplo una estación base. En toda esta divulgación, donde quiera que se utilice el término "equipo de usuario" no debería ser interpretado como limitativo, pero debería entenderse como que abarca cualquier dispositivo inalámbrico como los definidos anteriormente.

50 Como se mencionó previamente, un modelo del vector de datos recibidos en los RFRE que llevan símbolos de datos puede ser escrito como

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{W}_{N_T \times N_R} \mathbf{s} + \mathbf{e} \quad (1)$$

55 donde ahora por simplicidad de notación hemos omitido el subíndice n. Para computaciones de retroalimentación, el UE necesita asumir un modelo similar para la recepción de una transmisión hipotética.

60 En una realización, el UE estima la matriz de canal basándose en señales de referencia, por ejemplo, RS específico de célula de versión 8 o RS de CSI de versión 10, produciendo una matriz de canal de medición  $H_m$ . Este canal es escalado por un factor PMO específico de proceso CSI  $\alpha_{CQI}$  para producir un modelo para la matriz de canal de datos H, que a su vez se utiliza para formar un modelo de medición para determinación de retroalimentación como

$$\mathbf{y} = \sqrt{\alpha_{CQI}} \mathbf{H}_m \mathbf{W}_{N_T \times r} \mathbf{s} + \mathbf{e} \quad (2)$$

5 Nótese que  $\alpha_{CQI}$  no es necesariamente independientemente configurable para cada proceso CQI, por ejemplo, algunos proceso CQI pueden ser agrupados para utilizar la misma configuración PMO, además que el PMO específico de proceso CSI puede ser configurado por medio de control de recursos de radio o ser parte de la asignación de informe de CSI en un informe de CSI no periódico. Alternativamente, los PMO se especifican en un valor predeterminado en el estándar.

10 Un factor PMO puede tomar muchas formas equivalentes, incluido ser especificado en dB o escala lineal, reparametrizado como un desplazamiento de potencia en lugar de un factor de escala, etc.

El modelo de medición con el escalado específico de proceso CQI / PMO de la parte de matriz de canal se utiliza por el UE para determinar la CSI a reportar; por ejemplo para seleccionar qué rango, PMI y CQI reportar.

15 Más generalmente, algunas realizaciones proporcionan un método en un dispositivo inalámbrico para reportar CSI para un proceso CSI, como se describirá ahora en referencia a la figura 5 y el diagrama de flujo de la figura 8. Como se mencionó anteriormente, el proceso CSI corresponde a un recurso de señal de referencia y un recurso de medición de interferencia. El recurso de señal de referencia comprende un conjunto de elementos de recurso en el que una o más señales de referencia correspondientes a una señal deseada se reciben. "Señal deseada" en este contexto significa una señal destinada para la recepción por el dispositivo inalámbrico. El recurso de medición de interferencia comprende un conjunto de elementos de recurso en el que una o más señales que se asume que están interfiriendo con la señal deseada se reciben.

25 En realizaciones particulares el recurso de señal de referencia es una fuente CSI-RS. Sin embargo, el recurso de señal de referencia puede ser cualquier otro tipo de fuente RS que puede ser utilizado para estimar una señal deseada, por ejemplo, un recurso CRS.

30 El dispositivo inalámbrico obtiene 810 un valor de ajuste asociado con el proceso CSI. El valor de ajuste puede ser obtenido desde un nodo de red, por ejemplo, un eNodeB de servicio. Alternativamente, una indicación del valor de ajuste se obtiene desde el nodo de red, por ejemplo, en forma de un índice en una tabla de consulta, y el correspondiente valor de ajuste es recuperado desde un dispositivo de almacenamiento, tal como desde la memoria del dispositivo inalámbrico.

35 En el paso 820, el dispositivo inalámbrico estima un canal efectivo basándose en una o más señales de referencia recibidas en el recurso de señal de referencia, por ejemplo basándose en uno o más CSI-RS. El dispositivo inalámbrico después aplica 830 el valor de ajuste al canal efectivo estimado. Así, el dispositivo inalámbrico obtiene un canal efectivo ajustado.

40 La aplicación del valor de ajuste puede hacerse de diferentes maneras dependiendo de la forma del valor de ajuste. En algunas variantes, el valor de ajuste es un desplazamiento de medición de potencia añadido, y el dispositivo inalámbrico aplica el valor de ajuste añadiéndolo a la estimación de canal. En otras variantes, el valor de ajuste es un factor de escala, y el dispositivo inalámbrico multiplica la estimación de canal mediante el valor de ajuste. Además, el valor de ajuste puede ser especificado en dB o en escala lineal.

45 El dispositivo inalámbrico después determina 840 la información de estado de canal basándose en el canal efectivo ajustado, y en la interferencia estimada basándose en el recurso de medición de interferencia. En algunas variantes, el IMR puede ser un recurso que está específicamente configurado para medir la interferencia. Por ejemplo, un IMR puede consistir en elementos de recurso donde todos los puntos de transmisión dentro del grupo CoMP son silenciosos, permitiendo que el dispositivo inalámbrico mida la interferencia y ruido intergrupar. En otras variantes, el IMR puede ser un recurso de señal de referencia, por ejemplo, un recurso CRS. El dispositivo inalámbrico puede estimar la interferencia en el recurso CRS analizando la señal residual después de sustraer la señal CRS decodificada. Los métodos para determinar la CSI basándose en una estimación de canal e interferencia medida son conocidos en la técnica y no se describirán en detalle aquí.

55 Finalmente, el dispositivo inalámbrico transmite 850 la información de estado de canal a un nodo de red.

60 El efecto de aplicar el valor de ajuste es compensar por un error o no combinar en la interferencia medida. Como se ha descrito anteriormente, tales errores pueden resultar por ejemplo de medir en un IMR que no coincide con la hipótesis de interferencia que la red pretendía aplicar para este proceso CSI. Mediante la asociación de un valor de ajuste con el proceso CSI, se hace posible aplicar diferentes valores de ajuste para cada proceso CSI, incluso para procesos CSI corresponden con el mismo recurso de señal de referencia.

En otra realización hay un componente del desplazamiento de medición de potencia que es específico de un

## ES 2 620 320 T3

proceso CQI. Por ejemplo, puede haber un desplazamiento de medición de potencia  $P_{CQI}$ , (normalmente definido en escala dB) que está asociado con un proceso CQI particular. Este desplazamiento puede después ser aplicado adicionalmente a otro desplazamiento de medición de potencia que se asocian con, por ejemplo, rangos de transmisión recomendados específicos de señales de referencia específicas (tales como  $P_c$  para CSI-RS), de manera que el desplazamiento de medición de potencia combinada se obtiene como

$$\alpha_{CQI} = P_{CQI} + P_{CQI\_agnostic} \quad [\text{dB}]$$

donde  $P_{CQI\_agnostic}$  es el desplazamiento de medición de potencia combinada que es agnóstico en el proceso CQI particular.

Tal ejemplo corresponde a cuando el canal efectivo de señal deseada se mide en un CSI-RS particular que tiene un desplazamiento de medición de potencia asociada  $P_c$ , que es agnóstico en el proceso CQI particular. Dos procesos CQI diferentes que comparten el mismo canal efectivo deseado resultarían después en dos desplazamientos de medición de potencia diferentes.

$$\alpha_{CQI}^1 = P_{CQI}^1 + P_c \quad [\text{dB}]$$

$$\alpha_{CQI}^2 = P_{CQI}^2 + P_c \quad [\text{dB}]$$

El diagrama de flujo en la figura 9 ilustra un método en un dispositivo inalámbrico para reportar CSI para un proceso CSI de acuerdo con algunas realizaciones. En estas realizaciones, una combinación de un desplazamiento de potencia agnóstico de CQI y específico de proceso CQI se aplican, similar al que se describió anteriormente. Nótese que "proceso CSI" se define de la misma manera que se describió en conexión con la figura 8 anteriormente.

En variantes particulares el recurso de señal de referencia es un recurso CSI-RS. Sin embargo, como se mencionó anteriormente el recurso de señal de referencia puede ser cualquier otro tipo de recurso RS que puede ser utilizado para estimar una señal deseada, por ejemplo, un recurso CRS.

El dispositivo inalámbrico obtiene un desplazamiento de medición de potencia asociado con el proceso CSI. El desplazamiento de medición de potencia puede ser obtenido desde un nodo de red, por ejemplo, un eNodeB de servicio. Alternativamente, una indicación del desplazamiento de medición de potencia se obtiene desde el nodo de red, por ejemplo en forma de un índice en una tabla de consulta, y el desplazamiento de medición de potencia correspondiente es recuperado desde un dispositivo de almacenamiento, tal como desde la memoria del dispositivo inalámbrico.

En el paso 920, el dispositivo inalámbrico estima un canal efectivo basándose en una o más señales de referencia recibidas en el recurso de señal de referencia, por ejemplo basándose en uno o más CSI-RS. El dispositivo inalámbrico después aplica el valor de ajuste al canal efectivo estimado. Así, el dispositivo inalámbrico obtiene un canal efectivo ajustado.

En esta realización, el dispositivo inalámbrico también aplica un desplazamiento de potencia específico de proceso no CSI adicional al canal efectivo estimado. Este desplazamiento también se puede denominar "desplazamiento agnóstico de CSI". Como un ejemplo particular, el recurso de señal de referencia es un CSI-RS, y el desplazamiento de potencia adicional es el desplazamiento  $P_c$  asociado con el CSI-RS. Como se explicó anteriormente, el desplazamiento  $P_c$  puede haber sido señalizado previamente, por ejemplo, en información de control de enlace descendente (DCI).

Una posibilidad adicional es aplicar varios desplazamientos específicos de proceso no CSI adicionalmente al desplazamiento específico de proceso CSI, por ejemplo el  $P_c$  para CSI RS, y uno o más desplazamientos asociados con rangos de transmisión recomendados específicos.

El desplazamiento específico de proceso CSI y el desplazamiento adicional (o desplazamientos) pueden ser añadidos juntos para formar un desplazamiento combinado, antes de aplicar el desplazamiento combinado al canal efectivo estimado.

La aplicación del valor de ajuste puede hacerse de diferentes maneras dependiendo de la forma del valor de ajuste. En algunas variantes, el valor de ajuste es un desplazamiento de medición de potencia añadido, y el dispositivo inalámbrico aplica el valor de ajuste añadiéndolo a la estimación de canal. En otras variantes, el valor de ajuste es un factor de escala, y el dispositivo inalámbrico multiplica la estimación de canal mediante el valor de ajuste. Además, el valor de ajuste puede ser especificado en dB o en escala lineal.

El dispositivo inalámbrico después determina 940 la información de estado de canal basándose en el canal efectivo ajustado, de la misma manera que para el paso 840 anterior.

Finalmente, el dispositivo inalámbrico transmite 950 la información de estado de canal a un nodo de red.

5 Otro enfoque para estimar la interferencia, que se puede utilizar en conjunción con las mediciones basándose en un recurso de medición de interferencia, es tener la interferencia de emulación terminal desde el interior de los puntos coordinados de acuerdo con una hipótesis de interferencia, por ejemplo asumiendo una transmisión isotrópica desde cada uno de los puntos de transmisión que se asume que interfieren para la hipótesis de interferencia. Esto tiene la  
10 ventaja de que puede ser suficiente que el terminal realice mediciones de interferencia en un único IMR, donde no hay interferencia desde los puntos de transmisión coordinada, desde los cuales cada una de las hipótesis de interferencia son derivadas. Por ejemplo, si esta interferencia y ruido residual se mide y se caracteriza, por el terminal, como un proceso aleatorio gaussiano valuado complejo

$$\mathbf{e}_n \in CN(0, \mathbf{Q}_e),$$

15 donde  $\mathbf{Q}_e$  es la matriz de correlación y los elementos de  $\mathbf{e}_n$  corresponden a una realización de interferencia en cada una de las antenas recibidas. Después, el terminal puede modificar la interferencia residual para corresponder a una hipótesis de interferencia CoMP particular emulando la interferencia de grupo intra CoMP desde un punto de  
20 transmisión, para lo que ha medido un canal efectivo,  $\mathbf{H}_{eff}$ , como

$$\tilde{\mathbf{e}}_n = \mathbf{e}_n + \mathbf{H}_{eff} \mathbf{q}_n$$

25 donde  $\mathbf{q}_n$  es una señal aleatoria isotrópica de una potencia nominal específica. Nótese, sin embargo, que para que un terminal sea capaz de emular la interferencia de grupo intra CoMP el terminal necesita adquirir una estimación de canal fiable para cada punto que se añada interferencia. En la práctica esto significa que,

- el terminal necesita conocer la presencia del nodo, o más específicamente, la presencia de las señales de referencia asociadas en las que medirá el canal

30 - el SINR de las señales de referencia necesita ser suficientemente alto para realizar estimaciones suficientemente exactas del canal efectivo

35 - el proceso del UE debe ser dimensionado para ser capaz de rastrear cada una de estas estimaciones de canal efectivas

En la práctica esto significa que es probable que el UE solo sea capaz de emular la interferencia desde dentro de un conjunto de medición CoMP configurado, que es limitado en tamaño. Normalmente, el tamaño del conjunto de medición es hasta dos, o posiblemente tres TP (es decir, recursos CSI-RS). Por lo tanto, para grupos de  
40 cooperación CoMP de más de dos nodos, que es un escenario típico (por ejemplo, macro coordinación intrasitio de tres sectores, como se ilustra en la figura 6), es probable que el conjunto de medición CoMP no sea capaz de representar todos los nodos, y por lo tanto la interferencia desde el conjunto de medición CoMP, pero dentro del grupo de coordinación CoMP, debe ser capturada por otros medios que el UE emulando la interferencia.

45 En otra realización un proceso CQI incluye recomendar CSI para un canal hipotético en el que el UE emula la interferencia desde un interferente, como se define anteriormente, como

$$\mathbf{y} = \sqrt{\alpha_{CQI}} \mathbf{H}_m \mathbf{W}_{N_T \times r} \mathbf{s} + \sqrt{\beta_{CQI}} \mathbf{H}_{eff} \mathbf{q}_n + \mathbf{e} \quad (3)$$

50 donde  $\beta_{CQI}$  es un desplazamiento de medición de potencia para el canal efectivo del interferente emulado.

Esta realización tiene la ventaja de que el impacto de la interferencia emulada en un proceso CSI particular puede ser configurable de forma separada.

55 En otra realización, el desplazamiento de medición de potencia de un canal efectivo interferente no es específico (compartido) para cada proceso CSI; esto es,

$$\beta_{CQI} = \beta$$

donde  $\beta$  es agnóstico al proceso CSI.

En otra realización  $\beta_{CQI}$  es, al menos parcialmente, determinado por una configuración de desplazamiento de medición de potencia específico de proceso CSI. Un ejemplo correspondiendo a

5

$$\beta_{CQI} = P_{\beta,CQI} + P_{\beta,CQI\_agnostic} \quad [\text{dB}]$$

donde  $P_{\beta,CQI}$  es un desplazamiento de medición de potencia, específico de un proceso CSI particular, y  $P_{\beta,CQI\_agnostic}$  son otros desplazamientos de medición de potencia relacionados que son agnóstico al proceso CSI (por ejemplo,  $P_c$  de un CSI-RS asociado con el interferente).

10

En una realización adicional  $P_{\beta,CQI}=P_{CQI}$ . Esta realización tiene la ventaja de que reduce la complejidad y la sobrecarga de configuración, pero todavía permite la configuración del impacto de la interferencia residual e en el proceso CSI particular. Nótese que el SINR efectivo de (3) puede ser expresado como

15

$$SINR = \frac{\alpha_{CQI} S}{\beta_{CQI} I_{emulated} + I_e} = \frac{P_{CQI\_agnostic} S}{P_{\beta,CQI\_agnostic} \cdot I_{emulated} + \frac{I_e}{P_{CQI}}}$$

donde  $S$  e  $I_{emulated}$  son la potencia de señal deseada y la potencia de interferencia emulada, respectivamente, no incluyendo el desplazamiento de potencia asociado, y  $I_e$  es la interferencia medida y potencia de ruido (que corresponde a  $e$ ). Nótese que los desplazamientos de potencia se expresan en escala lineal en la ecuación (no en dB como anteriormente). Como se puede ver, la configuración específica de proceso CSI,  $P_{CQI}$ , se traduce a una configuración de cuánto debería afectar la interferencia residual medida a los informes de CSI para el proceso CSI.

20

La figura 10 ilustra un método en un dispositivo inalámbrico para reportar CSI para un proceso CSI de acuerdo con algunas realizaciones, en un escenario donde el dispositivo inalámbrico emula la interferencia. El proceso CSI corresponde a un recurso de señal de referencia y un recurso de medición de interferencia, donde el recurso de señal de referencia y el IMR se definen como se ha descrito en conexión con la figura 8 anteriormente. El proceso CSI corresponde además a una o más configuraciones de emulación de interferencia. Cada configuración de emulación de interferencia está asociada con una señal de referencia recibida desde un interferente asumido.

25

30

En variantes particulares, el recurso de señal de referencia es un recurso CSI-RS. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el recurso de señal de referencia puede ser cualquier otro tipo de recurso RS que puede ser utilizado para estimar una señal deseada, por ejemplo un recurso CRS.

35

El dispositivo inalámbrico obtiene 1010 un valor de ajuste asociado con el proceso CSI. El valor de ajuste puede ser obtenido en cualquiera de las formas descritas en conexión con la figura 8 anteriormente.

En el paso 1020, el dispositivo inalámbrico estima un canal efectivo, y aplica 1030 el valor de ajuste al canal efectivo estimado. Estos pasos corresponden a los pasos 820 y 830 anteriores. La aplicación del valor de ajuste puede ser hecho de diferentes maneras, como se describió en conexión con la figura 8 anteriormente.

40

El dispositivo inalámbrico emula después la interferencia de acuerdo con la configuración de emulación o configuraciones en los pasos 1040-1050. En el paso 1040, el dispositivo inalámbrico estima, para cada configuración de emulación de interferencia, un canal efectivo basado en la señal de referencia asociada. El dispositivo inalámbrico después emula 1050 la interferencia para cada configuración de emulación de interferencia basada en el canal efectivo estimado para esa configuración. Como se explicó anteriormente, una forma de emular la interferencia es multiplicar la estimación de canal mediante una señal aleatoria isotrópica.

45

En una variante de esta realización, el dispositivo inalámbrico aplica un valor de ajuste a la interferencia emulada, por ejemplo, multiplicando la interferencia emulada para cada configuración de emulación con un factor de escala. El valor de ajuste puede ser el mismo valor que fue aplicada a la estimación de canal, es decir, el valor de ajuste específico de proceso CSI que se obtuvo en el paso 1010, o puede ser un segundo valor de ajuste. El segundo valor de ajuste puede ser obtenido por ejemplo a través de una señalización desde un nodo de red, por ejemplo señalización RRC, o puede ser recuperado desde la memoria del dispositivo inalámbrico por ejemplo basándose en un índice recibido desde un nodo de red.

50

55

El segundo valor de ajuste puede ser común a todos los procesos CSI, es decir, específicos de proceso no CSI o agnóstico CSI. Alternativamente, el segundo valor de ajuste puede ser común a un grupo de procesos CSI, o puede ser específico de este proceso CSI particular. En el último caso, dos valores de ajuste específicos de proceso CSI se obtienen así en el paso 1010, uno que es aplicado a la estimación de canal correspondiente a la señal deseada, y

60

uno que es aplicado a la señal o señales de interferencia emulada.

En otras variantes, el segundo valor de ajuste comprende un componente específico de proceso CSI y específico de proceso no CSI. Por ejemplo, el segundo valor de ajuste puede ser una combinación de un desplazamiento específico de CSI-RS  $P_c$ , y un valor específico de proceso CSI.

El dispositivo inalámbrico después determina 1060 la información de estado de canal basándose en el canal efectivo ajustado, en la interferencia estimada basándose en el recurso de medición de interferencia, y en la interferencia emulada. En una variante particular el dispositivo inalámbrico añade la interferencia medida basándose en el IMR y la interferencia emulada para cada configuración, para formar una estimación de interferencia combinada.

Finalmente, el dispositivo inalámbrico transmite 1070 la información de estado de canal a un nodo de red.

En otra realización un proceso CQI incluye recomendar CSI agregada para la transmisión conjunta a través de múltiples canales hipotéticos que corresponden a diferentes recursos CSI-RS como

$$\mathbf{y} = \left( \sum_i \sqrt{\alpha_{CQI,i}} \mathbf{H}_{m,i} \mathbf{W}_{N_T \times r} \right) \mathbf{s} + \mathbf{e}$$

donde el índice  $i$  corresponde a los diferentes recursos CSI-RS que están asociados con la transmisión conjunta, y donde  $\alpha_{CQI,i}$  es un conjunto específico de proceso CQI de desplazamientos de medición de potencia para los canales  $\mathbf{H}_{m,i}$  de dichos recursos.

Una ventaja de esta realización es que permite al eNodeB configurar el UE para compensar la pérdida de potencial de fuerza de señal debido a las variaciones de fase que varían rápidamente entre los puntos de transmisión cuando se realiza la transmisión conjunta, resultando en la combinación no coherente en el momento de la transmisión.

En una realización adicional dichos desplazamientos de medición de potencia para los diferentes canales son todos iguales dentro del proceso CQI  $\alpha_{CQI,i} = \alpha_{CQI}$  o comparten un componente común,  $P_{CQI}$ , (que es configurable de forma separada) como

$$\alpha_{CQI,i} = P_{CQI} + P_{c,i} \quad [\text{dB}],$$

donde  $P_{c,i}$  es un desplazamiento específico de canal efectivo (por ejemplo, unido a una señal de referencia particular).

Un método en un dispositivo inalámbrico para reportar CSI para un proceso CSI, de acuerdo con algunas realizaciones en un escenario de transmisión conjunta, será ahora descrito, una vez más en referencia a la figura 8. El proceso CSI corresponde al menos a dos recursos de señal de referencia y un recurso de medición de interferencia. El proceso CSI opcionalmente también corresponde a una o más configuraciones de emulación de interferencia, como se describió anteriormente. En variantes particulares, el recurso de señal de referencia es un recurso CSI-RS. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el recurso de señal de referencia puede ser cualquier otro tipo de recurso RS que puede ser utilizado para estimar una señal deseada, por ejemplo, un recurso CRS.

El dispositivo inalámbrico obtiene 810 un valor de ajuste asociado con cada uno de los recursos de referencia para el proceso CSI. Los valores de ajuste pueden ser obtenidos en cualquiera de las formas descritas en conexión con la figura 8 anteriormente.

En el paso 820, el dispositivo inalámbrico estima un canal efectivo para cada recurso de señal de referencia del proceso CSI, y aplica el valor de ajuste asociado con el recurso de señal de referencia al canal efectivo estimado, que obtiene un canal efectivo ajustado. La aplicación del valor de ajuste puede ser hecha de diferentes maneras, como se ha descrito anteriormente.

El dispositivo inalámbrico después determina 840 la información de estado de canal basándose en los canales efectivos ajustados, y en la interferencia estimada basándose en el recurso de medición de interferencia. Opcionalmente, el dispositivo inalámbrico puede también basar la CSI en la interferencia emulada, como se ha descrito anteriormente.

Finalmente, el dispositivo inalámbrico transmite 850 la información de estado de canal a un nodo de red.

La figura 11 ilustra un método en un nodo de red para recibir información de CSI para un proceso CSI desde un

dispositivo inalámbrico de acuerdo con algunas realizaciones. Este método corresponde a los métodos de dispositivo inalámbrico mostrados en las figuras 8-10. El nodo de red está comprendido en o controla un grupo para la transmisión multipunto coordinada, por ejemplo, el grupo TP1-TP3 mostrado en la figura 5. De forma más general, el nodo de red está asociado con el grupo. Como un ejemplo particular, tal como el mostrado en la figura 6, el nodo de red es un eNodeB con tres antenas de sector que corresponden a puntos de transmisión TP1-TP2. En otro escenario más, como se muestra en la figura 7, TP1-TP-3 pueden formar un grupo CoMP y el nodo de red puede ser tanto el eNodeB que controla TP1 y TP3, como el eNodeB que controla TP2, y que sirve la pila célula 720.

Como se mencionó anteriormente, el proceso CSI corresponde a un recurso de señal de referencia y un recurso de medición de interferencia, y opcionalmente también una o más configuraciones de emulación de interferencia.

De acuerdo con el método, el nodo de red determina un valor de ajuste asociado con el proceso CSI, basándose en una hipótesis de interferencia asociada con el proceso CSI. La hipótesis de interferencia corresponde a un conjunto de puntos de transmisión asumidos para estar interfiriendo con una señal destinada para la recepción por el dispositivo inalámbrico.

En algunas variantes, el valor de ajuste se determina de tal manera que compensa la interferencia que se transmitirá desde un punto de transmisión interferente asumido de acuerdo con la hipótesis de interferencia, pero que no será estimada por el dispositivo inalámbrico. Por ejemplo, se puede determinar el valor de ajuste para compensar la interferencia de uno o más puntos de transmisión que se supone están interfiriendo de acuerdo con la hipótesis de interferencia, pero que no están comprendidos en el conjunto de medición para el dispositivo inalámbrico.

Ahora se describirán algunos métodos particulares para determinar el valor de ajuste. El parámetro de ajuste específico del proceso CSI puede, por ejemplo, ser determinado por el eNodeB monitorizando la retroalimentación ARQ híbrida del UE: si la fracción de los mensajes ARQ híbridos recibidos que están asociados con los bloques de transporte transmitidos de acuerdo con una recomendación de un proceso CSI particular corresponde a un NACK (por ejemplo, no ha sido decodificado satisfactoriamente por el UE) excede (o está por debajo) de un umbral objetivo, el valor de ajuste de ese proceso CSI puede configurarse de manera más conservadora (o agresivamente) para satisfacer mejor el umbral objetivo. A menudo, estos procedimientos se denominan colectivamente adaptación de enlace de bucle exterior (OLLA), donde el procedimiento anterior corresponde a un OLLA específica del proceso CSI y donde la red configura el ajuste de OLLA que debe realizar el UE mediante el parámetro de ajuste específico de proceso CSI (en oposición a tener la compensación lateral eNodeB, donde los CQI reportados son ajustados por el eNodeB al seleccionar un formato de transporte para una transmisión de enlace descendente).

En una implementación alternativa/complementaria, el eNodeB también utiliza mensajes ARQ híbridos transmitidos por otros UE que están configurados con un proceso CSI similar, lo que podría acelerar la convergencia de la OLLA específica del proceso CSI.

En otra implementación de este tipo, el eNodeB utiliza información específica para el despliegue que resulta en sesgos predecibles en los informes de CSI, tales como la subestimación predecible de los niveles de interferencia para procesos CSI específicos causados, por ejemplo, por puntos de transmisión interferentes que se silencian en un recurso de medición de interferencia asociado.

El nodo de red además transmite, 1110, la información de configuración para el proceso CSI al dispositivo inalámbrico.

En el paso 1130, el nodo de red transmite 1130 una indicación del valor de ajuste al dispositivo inalámbrico. En una variante, la indicación se transmite como parte de la información de configuración del proceso CSI. Al indicar el valor de ajuste, el nodo de red permite que el dispositivo inalámbrico compense una medición de interferencia incorrecta o incompleta, como se ha descrito anteriormente con referencia a las figuras 8-10.

El nodo de red recibe entonces 1140 la información de estado de canal relacionada con el proceso CSI desde el dispositivo inalámbrico.

Opcionalmente, el nodo de red realiza 1150 una adaptación de enlace, basándose en la información de estado de canal recibida.

Las figuras 12-13 ilustran dispositivos configurados para ejecutar los métodos descritos en las figuras 8-11.

La figura 12a ilustra un nodo 1200 de red para recibir, desde un dispositivo inalámbrico 1300, la información de estado de canal, CSI, para un proceso CSI. El nodo 1200 de red comprende circuitería 1220 de procesamiento y es conectable a la circuitería 1210 de radio. En algunas variantes, la circuitería 1210 de radio está comprendida en el nodo 1200 de red, mientras que en otras variantes, la circuitería 1210 de radio es externa. Por ejemplo, en el escenario de ejemplo de la figura 5, el nodo 560 de red corresponde al nodo 1200 de red. La circuitería de radio en este ejemplo reside en los puntos de transmisión distribuidos TP1-TP3, que no están co-ubicados físicamente con el nodo 560 de red. Sin embargo, en el ejemplo mostrado en la figura 6, los puntos de transmisión corresponden a

antenas de sector en el nodo de red, por ejemplo, el eNodeB, y en este caso la circuitería de radio puede estar comprendida en el nodo de red.

5 La circuitería 1220 de procesamiento está configurada para transmitir, a través de la circuitería 1210 de radio, una indicación de un valor de ajuste asociado con el proceso CSI al dispositivo inalámbrico 1300 y para recibir, a través de la circuitería 1210 de radio, la información de estado de canal relacionada con el proceso CSI desde el dispositivo inalámbrico 1300.

10 La figura 12a ilustra detalles de una posible implementación de circuitería 1220 de procesamiento.

10 La figura 13a muestra un dispositivo inalámbrico 1300 para reportar la información de estado de canal, CSI, para un proceso CSI. El dispositivo inalámbrico comprende la circuitería 1310 de radio y la circuitería 1320 de procesamiento. La circuitería 1320 de procesamiento está configurada para obtener un valor de ajuste asociado con el proceso CSI y para estimar un canal efectivo basado en una o más señales de referencia recibidas a través de la circuitería 1310 de radio, en el recurso de señal de referencia. La circuitería 1320 de procesamiento está configurada además para aplicar el valor de ajuste al canal efectivo estimado, obtener un canal efectivo ajustado, para determinar la información de estado de canal basada en el canal efectivo ajustado y en la interferencia estimada basada en la hipótesis de interferencia y para transmitir, a través de la circuitería 1310 de radio, la información de estado de canal a un nodo 1200 de red.

20 La figura 13b ilustra detalles de una posible implementación de circuitería 1320 de procesamiento.

25 La circuitería 1220, 1320 de procesamiento puede comprender uno o varios microprocesadores 1630, procesadores de señales digitales y similares, así como otro equipo físico y memoria digital. La memoria, que puede comprender uno o varios tipos de memoria tales como memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio, memoria caché, dispositivos de memoria flash, dispositivos de almacenamiento óptico, etc., almacena código de programa para ejecutar una o más protocolos de telecomunicaciones y/o de comunicaciones de datos y para llevar a cabo una o más de las técnicas descritas en el presente documento. La memoria almacena además datos de programa y datos de usuario recibidos desde el dispositivo inalámbrico.

30 No todos los pasos de las técnicas descritas en el presente documento se realizan necesariamente en un único microprocesador o incluso en un único módulo.

35 Debe observarse que aunque la terminología de LTE 3GPP se ha utilizado en esta descripción para ejemplificar la invención, esto no debería verse como limitativo del alcance de la invención sólo al sistema mencionado anteriormente. Otros sistemas inalámbricos, incluyendo WCDMA, WiMax, UMB y GSM, también pueden beneficiarse de la explotación de las ideas cubiertas dentro de esta divulgación.

40 Cuando se utilice la palabra "comprender" o "que comprende", se interpretará como no limitativo, es decir, que significa "consisten al menos en".



**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un método en un dispositivo inalámbrico para reportar la información de estado de canal, CSI, por uno o más procesos CSI, cada proceso CSI correspondiendo a un recurso de señal de referencia y un recurso de medición de interferencia, en el que el recurso de medición de interferencia comprende un conjunto de elementos de los recursos en los que una o más señales que corresponden a una señal recibida se reciben, y en el que el recurso de medición de interferencia comprende un conjunto de elementos de recurso en el que una o más señales que se asumen para que interfieran con la señal deseada se reciben, estando el método caracterizado por, para cada uno de uno más procesos CSI:
- obtener (810) un valor de ajuste que está asociado con el proceso CSI;
  - determinar un canal efectivo ajustado, aplicando el valor de ajuste a un canal efectivo estimado basándose en una o más señales de referencia recibidas en el recurso de señal de referencia;
  - determinar (840) la información de estado de canal basándose en el canal efectivo ajustado, y en la interferencia estimada basándose en el recurso de medición de interferencia; y
  - transmitir (850) la información de estado de canal a un nodo de red.
- 2.- El método de la reivindicación 1, en el que el proceso CSI corresponde a por lo menos dos recursos de señal de referencia, y en el que un valor de ajuste está asociado con cada uno de los recursos de señal de referencia.
- 3.- El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el valor de ajuste es un desplazamiento de medición de potencia.
- 4.- El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el valor de ajuste es un factor de escala.
- 5.- El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además la determinación de la información de estado de canal para al menos otro proceso CSI basándose en el valor de ajuste.
- 6.- El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el valor de ajuste se obtiene de un nodo de red.
- 7.- El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además recibir un índice desde un nodo de red y recuperar el valor de ajuste mediante la recuperación del valor de ajuste que corresponde al índice de una tabla de consulta predefinida.
- 8.- El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la información de estado de canal comprende uno o más de: un indicador de calidad de canal, un indicador de matriz precodificadora, una indicación de rango y un tipo de matriz precodificadora.
- 9.- El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el dispositivo inalámbrico está configurado con dos procesos CSI que corresponden con el mismo recurso de señal de referencia, y está asociado con diferentes valores de ajuste.
- 10.- El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el recurso de señal de referencia es un recurso CSI-RS.
- 11.- El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el recurso de medición de interferencia es un recurso de señal de referencia específico de la célula, y en el que la interferencia es estimada restando una señal de referencia específica de la célula decodificada desde la señal recibida en el recurso de señal de referencia específico de la célula.
- 12.- Un dispositivo inalámbrico (1300) para reportar la información de estado del canal, CSI, para uno o más procesos CSI, cada proceso CSI correspondiendo a un recurso de señal de referencia y un recurso de medición de interferencia, en el que el recurso de señal de referencia comprende un conjunto de elementos de recurso en los que una o más señales de referencia correspondientes a una señal deseada se reciben, y en el que el recurso de medición de interferencia comprende un conjunto de elementos de los recursos en los que se reciben una o más señales que se asume que interfieren con la señal deseada, el dispositivo inalámbrico comprendiendo la circuitería (1310) de radio y la circuitería (3120) de procesamiento, caracterizado porque la circuitería (3120) de procesamiento está configurada para, para cada uno de uno o más procesos CSI:
- obtener un valor de ajuste asociado con el proceso CSI;

## ES 2 620 320 T3

- determinar un canal efectivo ajustado, mediante la aplicación del valor de ajuste a un canal efectivo estimado basándose en una o más señales de referencia recibidas en el recurso de señal de referencia;
- determinar la información de estado de canal basándose en el canal efectivo ajustado, y la interferencia estimada basándose en el recurso de medición de interferencia; y
- transmitir, a través de la circuitería (1310) de radio, la información de estado de canal a un nodo (1200) de red.

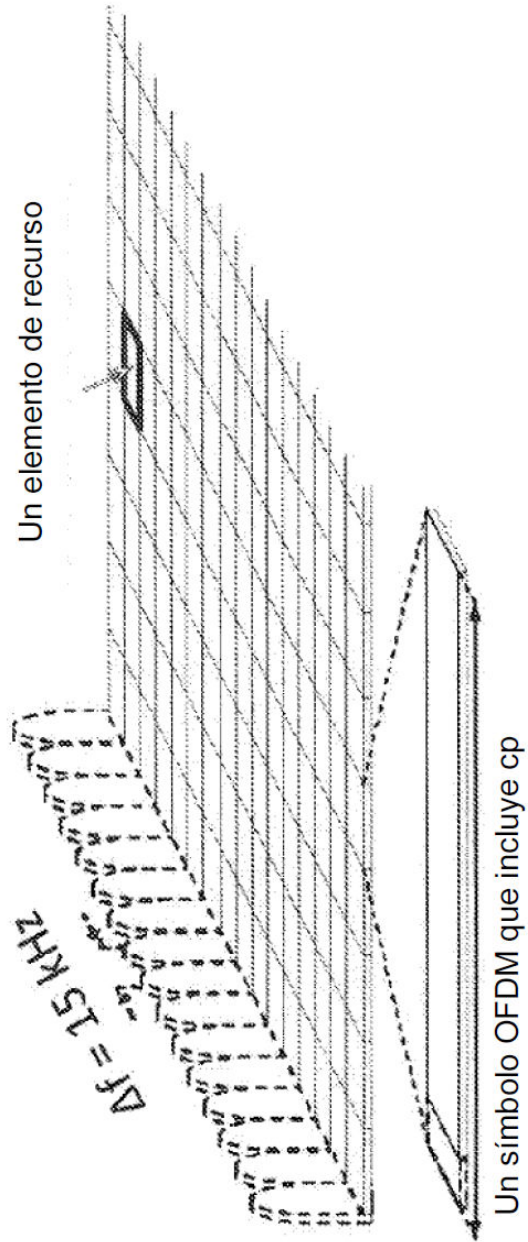


Figura 1

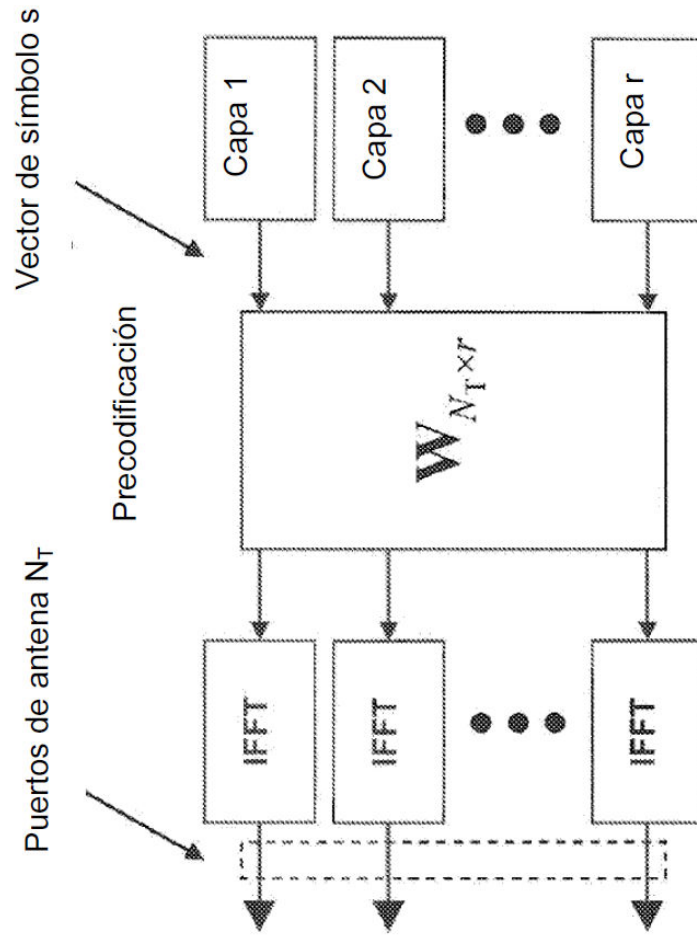


Figura 2

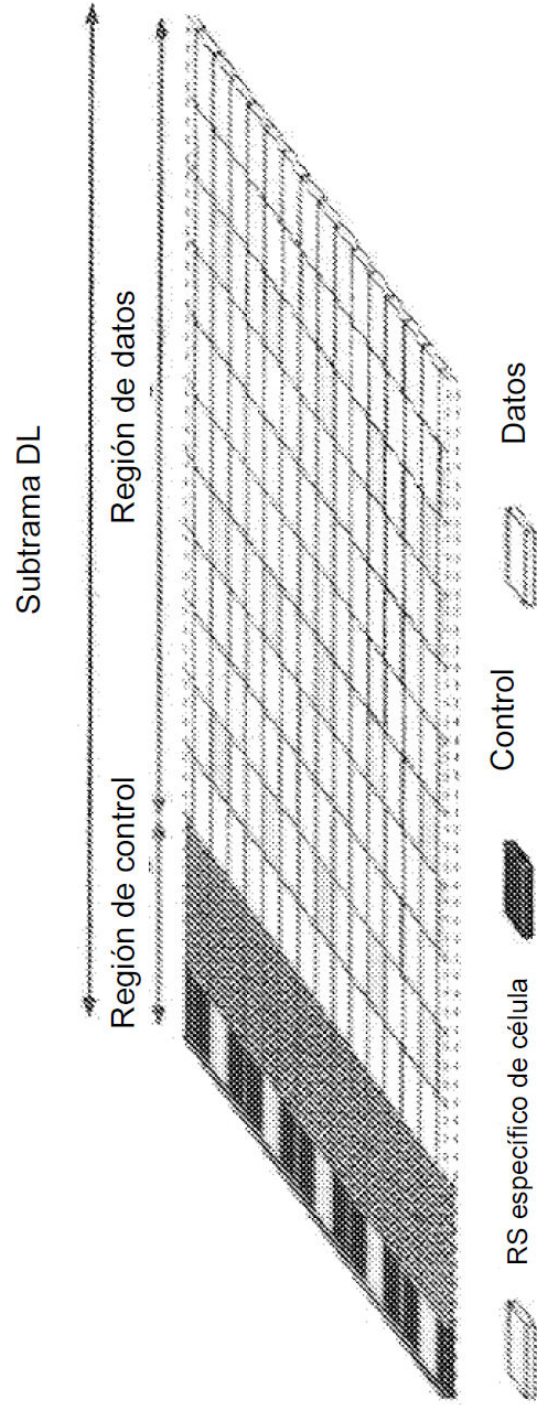


Figura 3

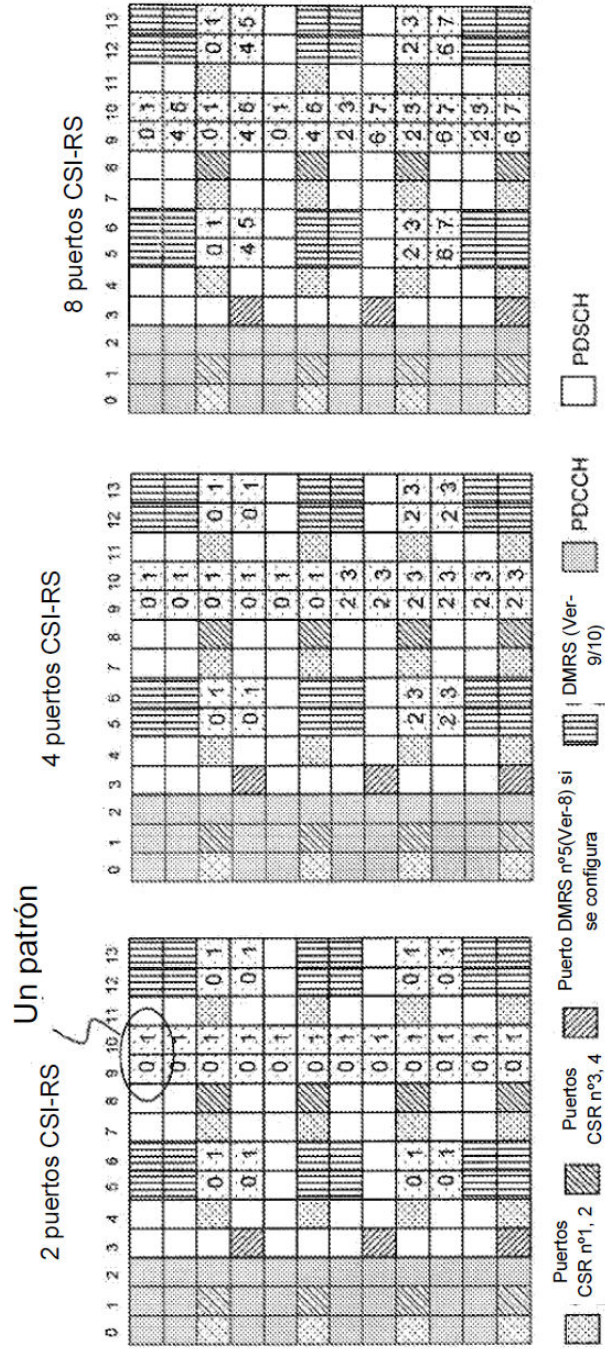


Figura 4

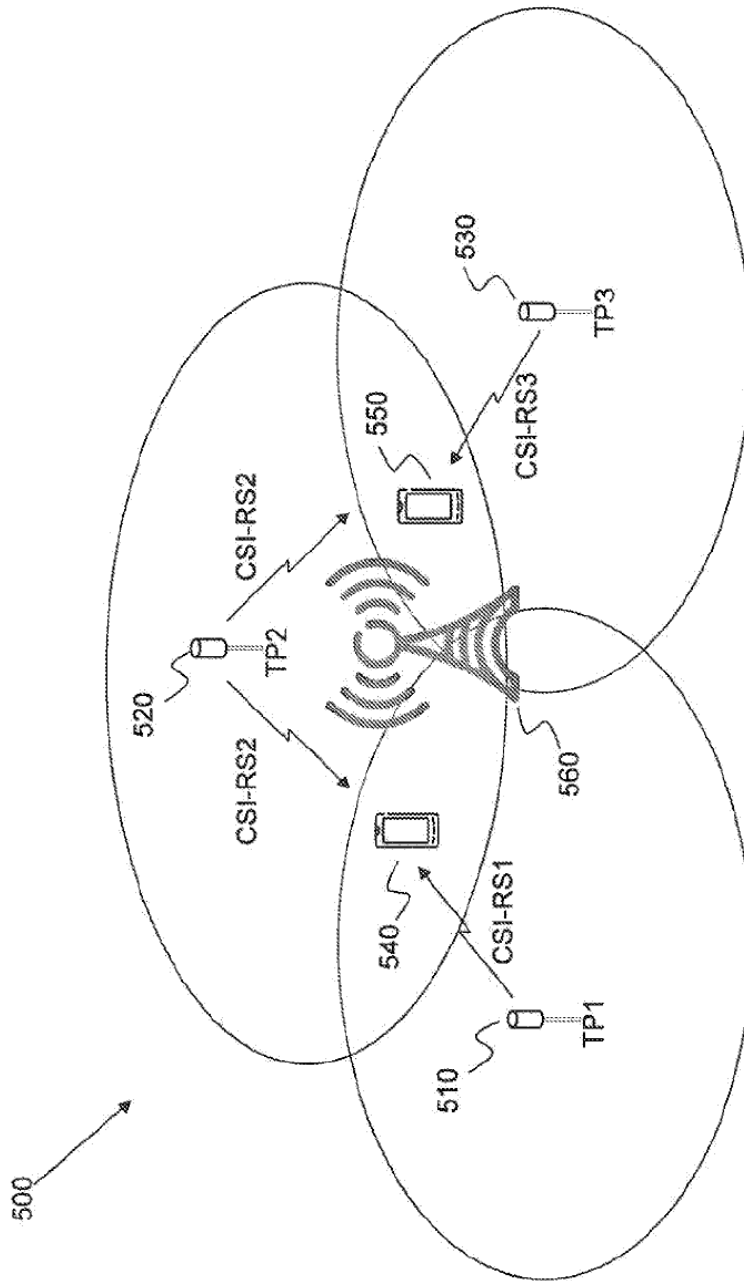


Figura 5

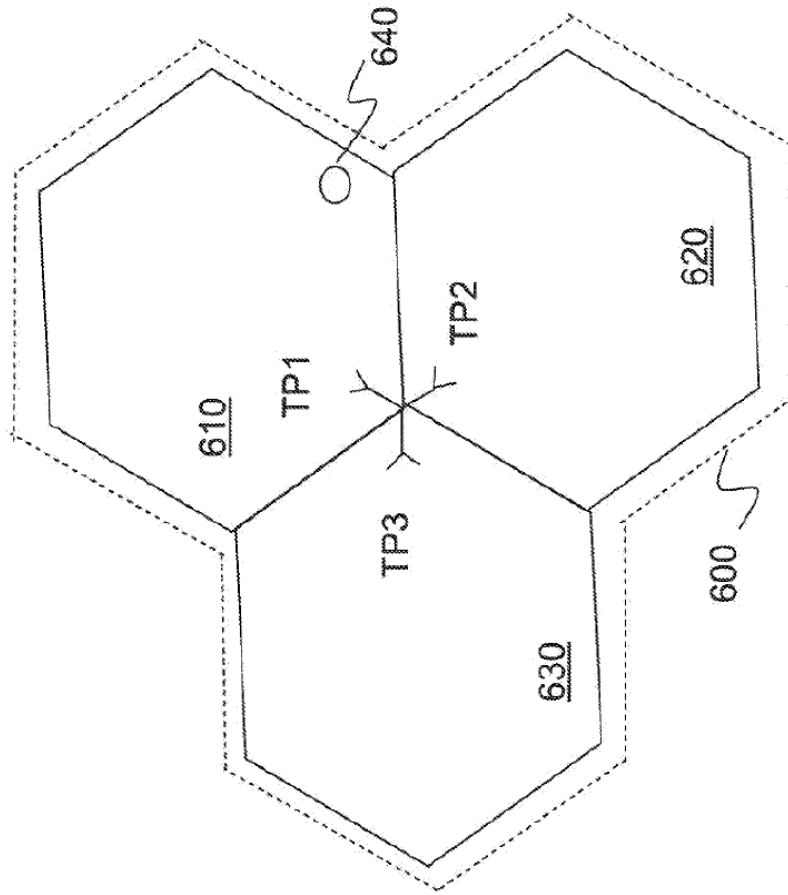


Figura 6



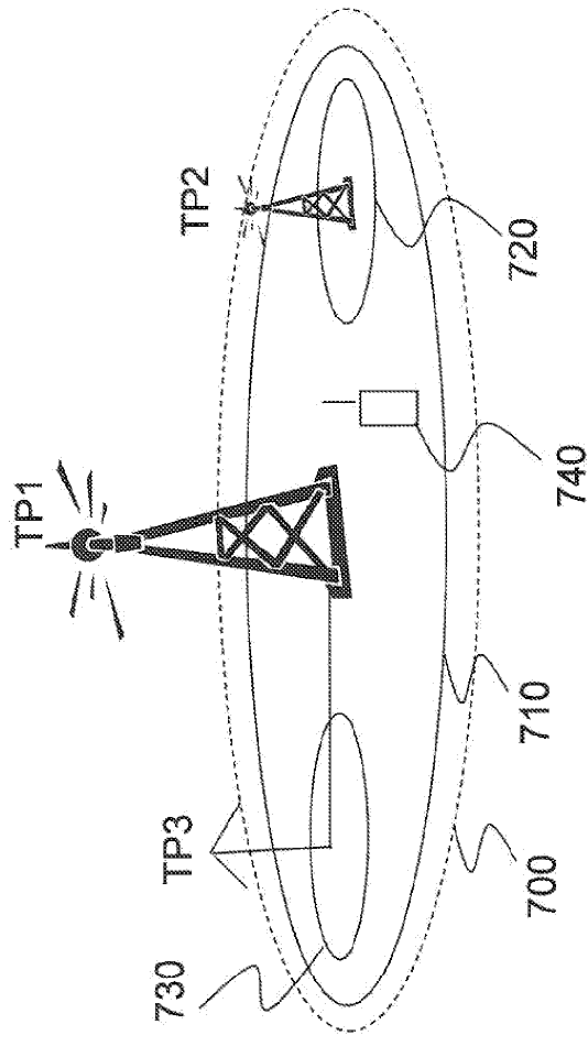


Figura 7

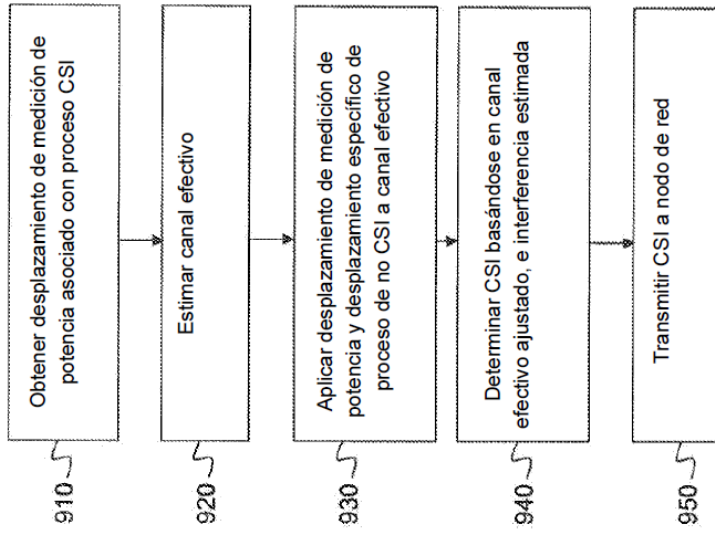


Figura 9

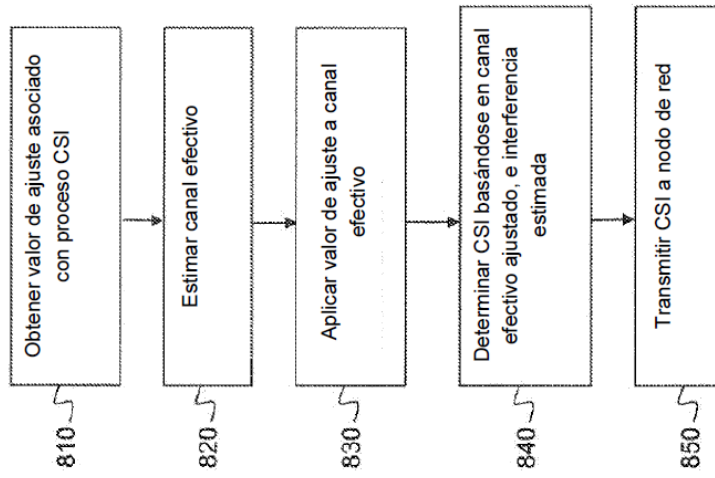


Figura 8

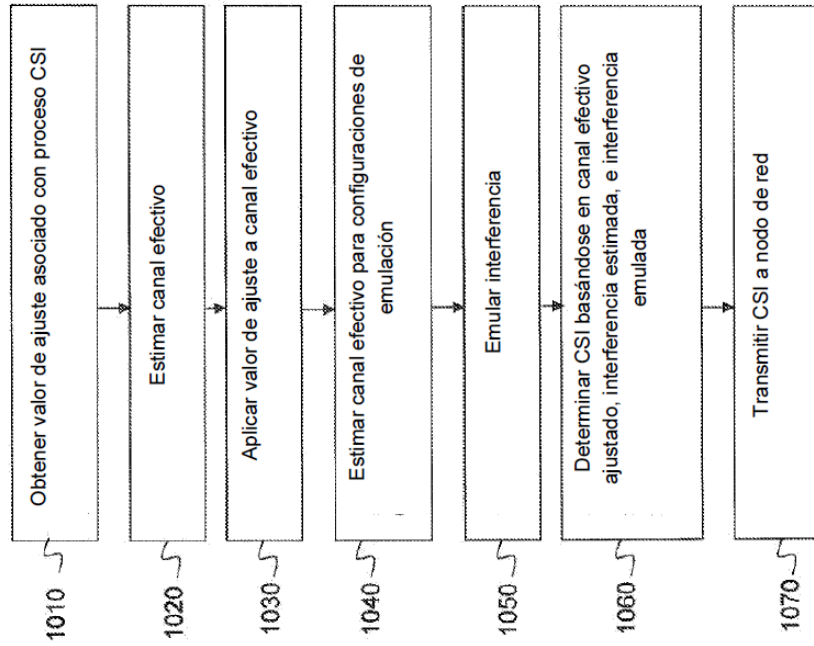


Figura 10

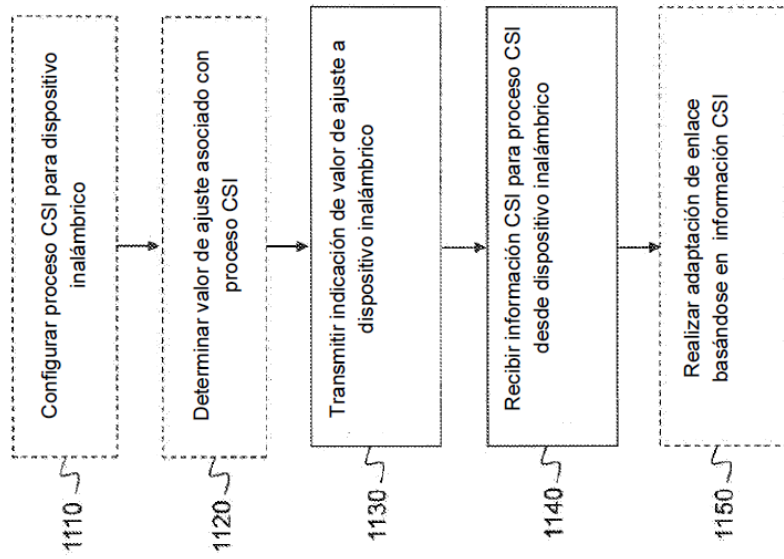


Figura 11

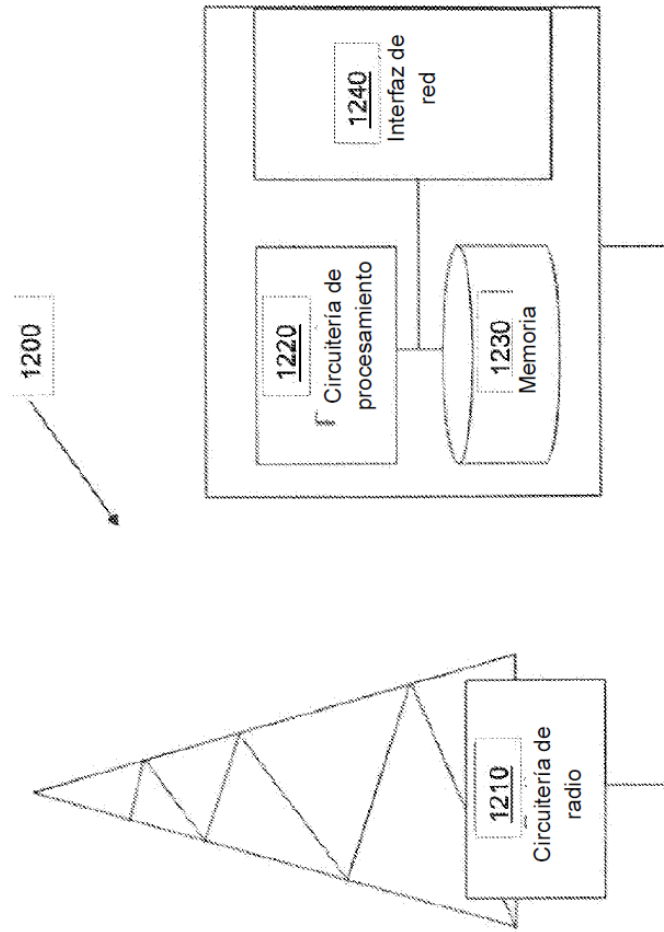


Figura 12a

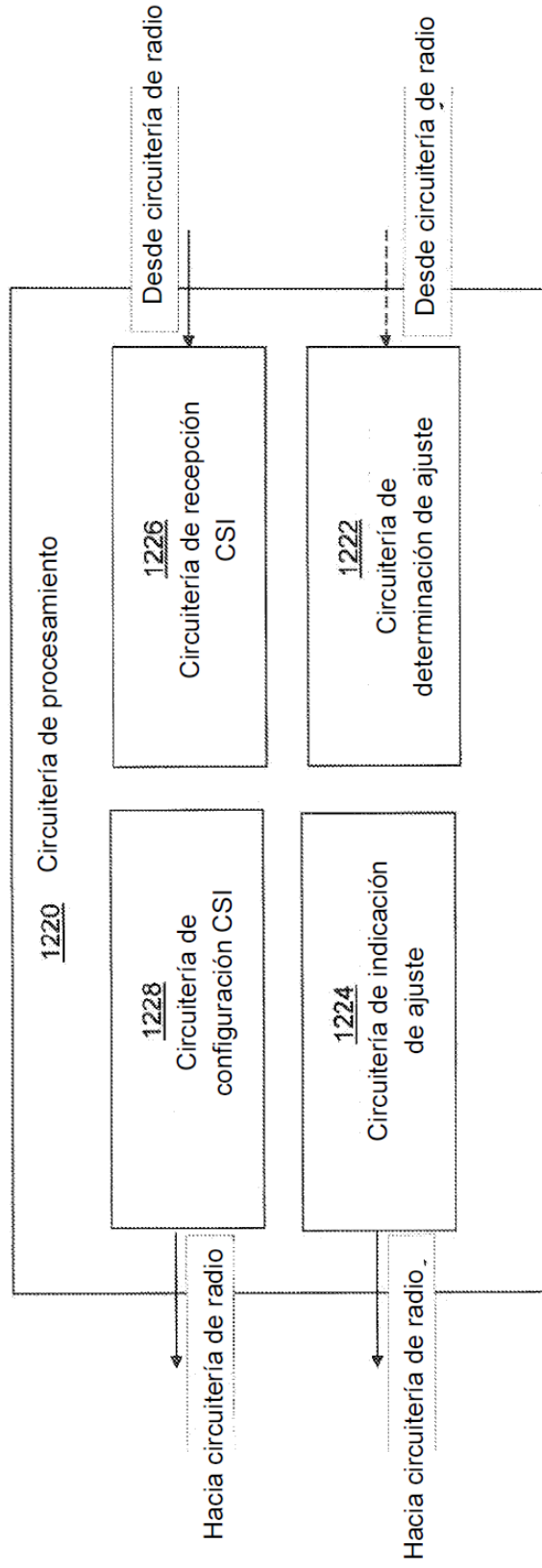


Figura 12b

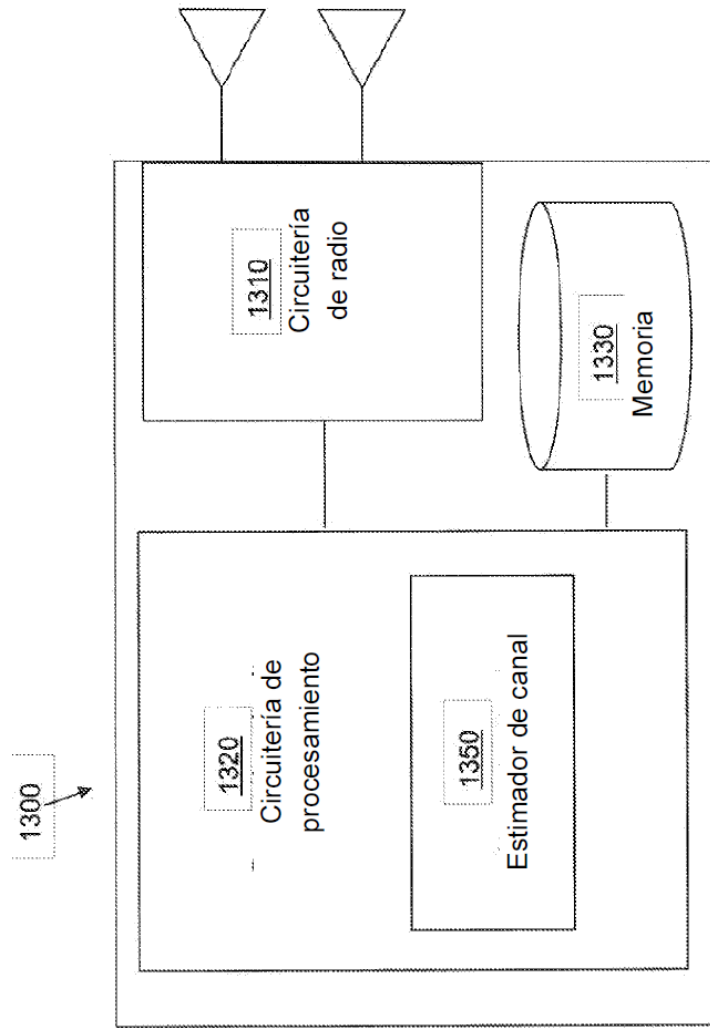


Figura 13a

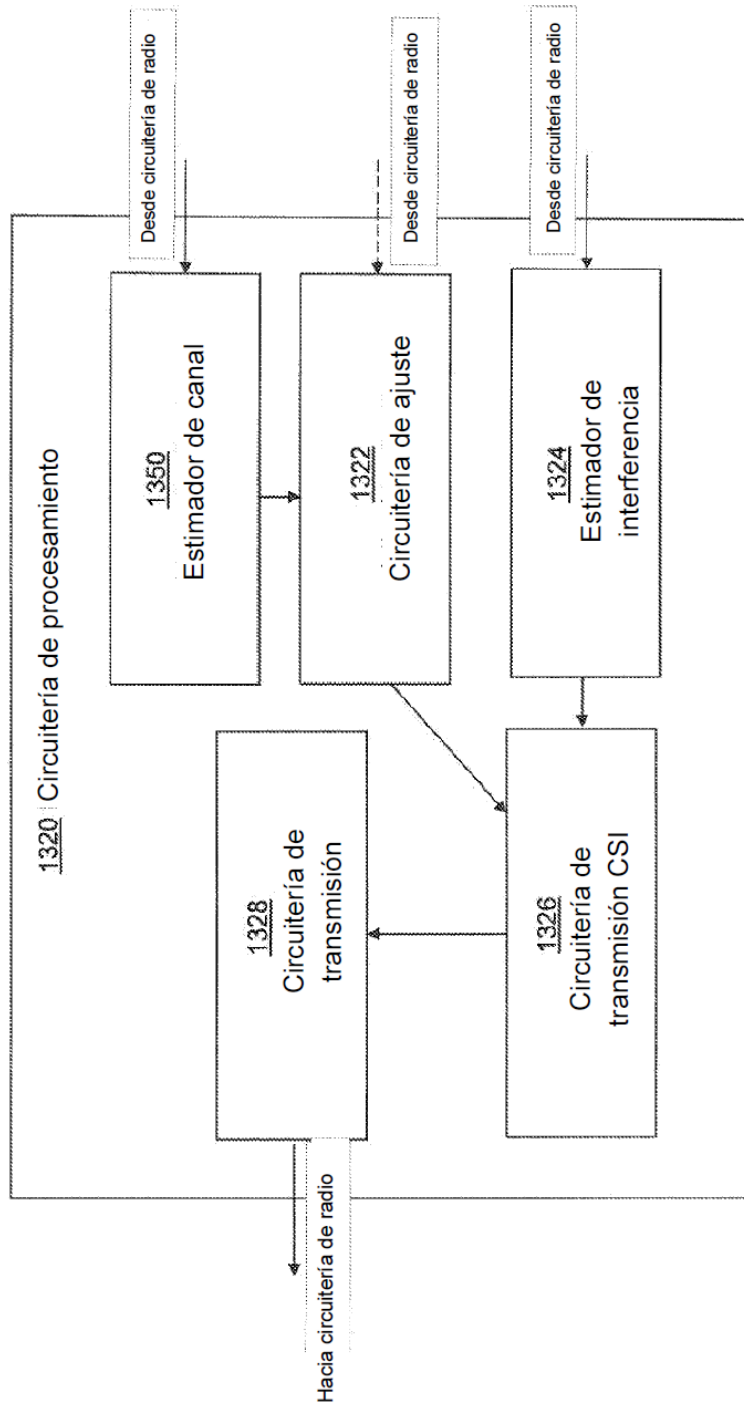


Figura 13b