

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 569 980**

51 Int. Cl.:

H04B 17/00 (2015.01)

H04J 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2013** **E 13725836 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2016** **EP 2850752**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo en un sistema de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

16.05.2012 WO PCT/SE2012/000077
28.09.2012 US 201261707566 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
13.05.2016

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON
(PUBL) (100.0%)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

HAMMARWALL, DAVID;
JÖNGREN, GEORGE;
BERGMAN, SVANTE y
FRÖBERG OLSSON, JONAS

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 569 980 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo en un sistema de comunicación inalámbrica

Sector técnico

La presente descripción se refiere en general a procedimientos y dispositivos en un sistema de comunicaciones inalámbricas. En particular, se refiere a mediciones de interferencia en un sistema de comunicación inalámbrica.

Antecedentes

En un sistema de comunicaciones inalámbricas, o en un sistema de radiocomunicaciones celulares, los dispositivos inalámbricos y/o los equipos de usuario, conocidos asimismo como terminales móviles y/o terminales inalámbricos, comunican por medio de una red de acceso radio (RAN, Radio Access Network) con una o varias redes centrales. Los equipos de usuario pueden ser estaciones móviles o unidades de equipo de usuario tales como teléfonos móviles, conocidos asimismo como teléfonos "celulares", y ordenadores portátiles con capacidad inalámbrica, por ejemplo, terminación en móvil, y por lo tanto pueden ser, por ejemplo, dispositivos portátiles, de bolsillo, de mano, incorporados en un ordenador o montados en un vehículo que comunican voz y/o datos por medio de la red de acceso radio. Un dispositivo inalámbrico puede ser cualquier equipo que se pueda conectar de manera inalámbrica a una RAN para comunicación inalámbrica.

La red de acceso radio cubre un área geográfica que está dividida en áreas de cobertura puntual, denominadas tradicionalmente celdas, estando servida cada área de cobertura puntual o celda por una estación base, por ejemplo, una estación base radioeléctrica (RBS, Radio Base Station), que en algunas redes se denomina así mismo "eNB", "eNodeB", "NodeB" o "nodo B" y que en este documento se denomina también estación base o nodo de red radioeléctrica. Un área de cobertura puntual es un área geográfica en la que la cobertura radioeléctrica es proporcionada por un punto, denominado asimismo un "punto de transmisión" y/o un "punto de recepción", que está controlado por la estación base radioeléctrica o por el nodo de red radioeléctrica en un emplazamiento de estación base o emplazamiento de nodo de red radioeléctrica. Un área de cobertura puntual se denomina asimismo a menudo una celda, pero el concepto de celda tiene asimismo implicaciones de diseño y la transmisión de ciertas señales de referencia y de información del sistema. Más específicamente, múltiples áreas de cobertura puntual pueden formar conjuntamente una única celda lógica que comparte el mismo ID de celda física. No obstante, en lo que sigue la notación de "celda" se utiliza de manera intercambiable con "área de cobertura puntual" teniendo el sentido de ésta última. Además, un punto, o "punto de transmisión" y/o "punto de recepción", corresponde en la presente descripción a un conjunto de antenas que cubren esencialmente la misma área geográfica de manera similar. Por lo tanto, un punto puede corresponder a uno de los sectores en un emplazamiento, por ejemplo un emplazamiento de estación base, pero puede corresponder asimismo a un emplazamiento que tiene una o varias antenas, la totalidad de las cuales están destinadas a cubrir un área geográfica similar. A menudo, puntos diferentes representan emplazamientos diferentes. Las antenas corresponden a puntos diferentes cuando están lo suficientemente separadas geográficamente y/o tienen diagramas de antena que apuntan en direcciones lo suficientemente diferentes.

El nodo de red radioeléctrica comunica sobre una interfaz aérea o interfaz radioeléctrica con los equipos de usuario dentro del alcance del nodo de red radioeléctrica. Un nodo de red radioeléctrica puede servir a una o varias celdas a través de una o varias antenas que funcionan en frecuencias radioeléctricas. Las celdas se pueden superponer entre sí, por ejemplo como macro y pico-celdas que tienen áreas de cobertura diferentes, o ser adyacentes entre sí, por ejemplo como las denominadas celdas de sector, donde cada una de las celdas servidas por el nodo de red radioeléctrica cubre una sección del área o alcance total cubierto por el nodo de red radioeléctrica. Alternativa o adicionalmente, las celdas adyacentes o superpuestas entre sí pueden estar servidas por nodos de red radioeléctrica diferentes o independientes, que pueden estar ubicados conjuntamente o separados geográficamente.

Dichas una o varias antenas controladas por el nodo de red radioeléctrica pueden estar situadas en el emplazamiento del nodo de red radioeléctrica o en emplazamientos de antena que pueden estar separados geográficamente entre sí y respecto del emplazamiento del nodo de red radioeléctrica. Puede haber asimismo una o varias antenas en cada emplazamiento de antena. Dichas una o varias antenas en un emplazamiento de antena pueden estar dispuestas como un sistema de antenas que cubre la misma área geográfica, o estar dispuestas de tal modo que antenas diferentes en el emplazamiento de antena tengan una cobertura geográfica diferente. Un sistema de antenas puede asimismo estar situado conjuntamente en un emplazamiento de antena, con antenas que tienen una cobertura de área geográfica diferente respecto de la del sistema de antenas. En la siguiente discusión, una antena o un sistema de antenas que cubre una cierta área geográfica se denomina un punto, o un punto de transmisión y/o recepción, o más específicamente para el contexto de esta descripción un punto de transmisión (TP, transmission point). En este contexto, múltiples puntos de transmisión pueden compartir los mismos elementos de antena física, pero podrían utilizar virtualizaciones diferentes, por ejemplo, diferentes direcciones del haz.

Las comunicaciones, es decir la transmisión y recepción de señales entre la red de acceso radio y un equipo de usuario, se pueden llevar a cabo sobre un enlace de comunicación o canal de comunicación por medio de uno o varios puntos de transmisión y/o recepción que pueden estar controlados por los mismos o diferentes nodos de red

radioeléctrica. Por lo tanto una señal puede ser transmitida, por ejemplo, desde múltiples antenas al ser transmitida por medio de un punto de transmisión desde más de una antena en un sistema de antenas o al ser transmitida por medio de más de un punto de transmisión desde una antena en cada punto de transmisión. El acoplamiento entre una señal transmitida y una señal recibida correspondiente sobre el enlace de comunicación se puede modelizar como un canal efectivo que comprende el canal de propagación radioeléctrica, las ganancias de antena y cualesquiera posibles virtualizaciones de antena. Una virtualización de antena se obtiene precodificando una señal de tal modo que pueda ser transmitida sobre múltiples antenas físicas, posiblemente con ganancias y fases diferentes. Se puede utilizar adaptación de enlace para adaptar la transmisión y la recepción sobre el enlace de comunicación, a las condiciones de propagación radioeléctrica.

Un puerto de antena es una antena "virtual", que se define por una señal de referencia específica del puerto de antena. Un puerto de antena se define de tal modo que el canal sobre el que se transporta un símbolo en el puerto de antena se puede deducir del canal sobre el que se transporta otro símbolo en el mismo puerto de antena. La señal correspondiente a un puerto de antena puede estar transmitida posiblemente por varias antenas físicas, que pueden estar asimismo distribuidas geográficamente. En otras palabras, un puerto de antena puede estar virtualizado sobre uno o varios puntos de transmisión. A la inversa, un punto de transmisión puede transmitir uno o varios puertos de antena.

Las técnicas de antenas múltiples pueden aumentar significativamente las velocidades de datos y la fiabilidad de un sistema de comunicación inalámbrica. El rendimiento se mejora, en particular, si tanto el transmisor como el receptor están equipados con múltiples antenas, lo que tiene como resultado un canal de comunicación de múltiple entrada múltiple salida (MIMO, multiple-input multiple-output). Dichos sistemas y/o las técnicas relacionadas se denominan habitualmente MIMO.

El estándar de evolución a largo plazo (LTE, Long Term Evolution) está evolucionando actualmente con soporte MIMO mejorado. Un componente central en LTE es el soporte de despliegues de antena MIMO y técnicas relacionadas con MIMO. Una hipótesis de trabajo actual en LTE avanzado, es decir 3GPP versión 10, es el soporte de un modo de multiplexación espacial de ocho capas posiblemente con precodificación dependiente del canal. El modo de multiplexación espacial está dirigido a altas velocidades de datos en condiciones de canal favorables. Se proporciona una ilustración del modo de multiplexación espacial en la figura 1. En ésta, la señal transmitida, representada por un vector s de símbolos que lleva información, se multiplica por una matriz $N_T \times r$ precodificadora, $W_{NT \times r}$, que sirve para distribuir la energía de transmisión en un subespacio del espacio vectorial N_T -dimensional, correspondiente a N_T puertos de antena. La matriz precodificadora se selecciona normalmente a partir de un libro de código de posibles matrices precodificadoras, y se indica habitualmente por medio de un indicador de matriz precodificadora (PMI, Precoder Matrix Indicator) que, junto con un indicador del rango (RI, Rank Indicator) especifica una única matriz precodificadora del libro de código. Si la matriz precodificadora está obligada a tener columnas ortonormales, entonces el diseño del libro de código de matrices precodificadoras corresponde a un problema de empaquetamiento del subespacio de Grassmannian. Cada uno de los r símbolos en s es parte de un flujo de símbolos, una denominada capa, y r se denomina rango, o rango de transmisión. De este modo, se consigue multiplexación espacial dado que se pueden transmitir simultáneamente múltiples símbolos sobre el mismo elemento de recurso (RE, resource element) o elemento de recurso de tiempo-frecuencia (TFRE, Time-Frequency Resource Element). El número de símbolos r se adapta habitualmente para adecuarse a las propiedades actuales del canal.

LTE utiliza multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing) en el enlace descendente, y OFDM precodificado con transformada de Fourier discreta (DFT, Discrete Fourier Transform) en el enlace ascendente. El recurso físico LTE básico se puede ver cómo una parrilla de tiempo-frecuencia, tal como se muestra en la figura 2, 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. La asignación de recursos en LTE se describe en términos de bloques de recursos, donde un bloque de recursos corresponde a un intervalo en el dominio de tiempo y a 12 subportadoras contiguas de 15 kHz en el dominio de frecuencia. Dos bloques de recursos consecutivos en el tiempo representan un par de bloques de recursos, que corresponde al intervalo de tiempo sobre el que trabaja la planificación.

El vector recibido $N_R \times 1$, y_n , para un cierto elemento de recurso en la subportadora n o, dicho de otro modo, el número RE de datos n o el número TFRE n , suponiendo que no hay interferencia entre celdas, está modelizado por

$$y_n = H_n W_{N_T \times r} s_n + e_n \quad (1)$$

donde n indica una ocasión de transmisión en tiempo y frecuencia, y e_n es un vector de ruido e interferencia obtenido como resultado de un proceso aleatorio. El precodificador, o matriz precodificadora, para rango r , $W_{NT \times r}$, puede ser un precodificador de banda ancha, que puede ser constante con la frecuencia, o selectivo en frecuencia.

La matriz precodificadora se escoge a menudo de manera que se adapte a las características del canal MIMO $N_R \times N_T$ H_n , denominada asimismo matriz del canal, dando como resultado una denominada precodificación dependiente del canal. Cuando se basa en retroalimentación de equipo de usuario (UE, User Equipment), esto se

denomina asimismo habitualmente precodificación de bucle cerrado y está dirigido esencialmente a focalizar la energía de transmisión a un subespacio que sea fuerte, en el sentido de transportar al UE o al dispositivo inalámbrico gran parte de la energía transmitida. Además, la matriz precodificadora se puede seleccionar asimismo para buscar la ortogonalización del canal, lo que significa que tras una ecualización lineal adecuada en el UE o el dispositivo inalámbrico, se reduce la interferencia entre capas.

En la precodificación de bucle cerrado, el UE o el dispositivo inalámbrico transmite, en base a mediciones del canal en el enlace directo, es decir, el enlace descendente, al nodo de red radioeléctrica o a la estación base recomendaciones de un precodificador adecuado a utilizar. Puede ser retroalimentado un único precodificador que se supone cubre un gran ancho de banda, la denominada precodificación de banda ancha. Puede ser beneficioso asimismo adaptarse a las variaciones de frecuencia del canal y retroalimentar, por el contrario, una notificación de precodificación selectiva en frecuencia, por ejemplo varios precodificadores, uno por sub-banda. Esto es un ejemplo del caso más general de retroalimentación de información del estado del canal (CSI,), que abarca asimismo la retroalimentación de otras entidades o informaciones diferentes a los precodificadores para ayudar al nodo de red radioeléctrica o a la estación base en las transmisiones subsiguientes al UE o dispositivo inalámbrico. Dicha otra información puede incluir indicadores de calidad del canal (CQIs, channel quality indicators) así como un indicador del rango (RI, rank indicator) de transmisión.

En las versiones 8 y 9 de LTE la retroalimentación de CSI está dada en términos de un indicador del rango (RI) de transmisión, un indicador de matriz precodificadora (PMI) y uno o varios indicadores de calidad del canal (CQI). La notificación de CQI/RI/PMI puede ser selectiva en ancho de banda o en frecuencia, en función de qué modo de notificación esté configurado. Esto significa que para la retroalimentación de CSI, LTE ha adoptado un mecanismo de CSI implícito en el que un UE no notifica explícitamente, por ejemplo, los elementos de valor complejo de un canal efectivo medido, sino que por el contrario el UE recomienda una configuración de transmisión para el canal efectivo medido. Por lo tanto, la configuración de transmisión recomendada proporciona implícitamente información acerca del estado de canal subyacente.

El RI corresponde a un número recomendado de flujos que deben ser multiplexados espacialmente y por lo tanto transmitidos en paralelo sobre el canal efectivo. El PMI identifica un precodificador recomendado (en un libro de código) para la transmisión, que se refiere a las características espaciales del canal efectivo. El CQI representa un tamaño de bloque de transporte recomendado, es decir, una tasa de código. Por lo tanto, existe una relación entre un CQI y la relación de señal frente interferencia más ruido (SINR, Signal to Interference and Noise Ratio) del flujo o flujos espaciales sobre los que se transmite el bloque de transporte. Por lo tanto, las estimaciones de ruido e interferencia son cantidades importantes cuando se estima, por ejemplo, el CQI, que habitualmente es estimado por el UE o por el dispositivo inalámbrico y utilizado para decisiones de adaptación de enlace y planificación en el lado del nodo de red radioeléctrica o de la estación base.

El término e_n en (1) representa ruido e interferencia en un TFRE y está caracterizado habitualmente en términos de estadística de segundo orden, tal como la varianza y la correlación. La interferencia se puede estimar de varias maneras. Por ejemplo, las estimaciones se pueden formar en base a TFREs que contienen RS específicas por celda dado que s_n y $\mathbf{W}_{NT \times r}$ son entonces conocidas y $\mathbf{H}_n$ es proporcionada por el estimador del canal. La interferencia se puede estimar a continuación como el ruido e interferencia residuales sobre los TFRE de la señal de referencia específica por celda (CRS), después de que se ha sustraído previamente la secuencia CRS conocida, es decir después de que se ha cancelado la CRS. En la figura 3 se puede observar una ilustración de la CRS, que en ocasiones se lee como Símbolos de referencia específicos por celda, para la versión 8 de LTE. Cabe señalar además que la interferencia sobre los TFRE con datos que están planificados para el UE en cuestión se puede estimar asimismo en cuanto son detectados los símbolos de datos, s_n , dado que en ese momento se pueden considerar símbolos conocidos. Esta última interferencia puede asimismo ser estimada alternativamente en base a estadística de segundo orden de la señal recibida y la señal destinada al UE de interés, evitando de ese modo posiblemente la necesidad de descodificar la transmisión antes de estimar el término de interferencia. Alternativamente, la interferencia se puede medir sobre TFRE en los que la señal deseada, es decir la señal destinada al UE de interés, se silencia, de manera que la señal corresponde solamente a interferencia. Esto tiene la ventaja de que la medición de interferencia puede ser más precisa y el procesamiento en el UE se hace trivial debido a que no es necesario llevar a cabo descodificación ni sustracción de la señal deseada.

El LTE versión 10, se ha introducido una nueva secuencia de símbolos de referencia, la señal de referencia de información del estado del canal (CSI-RS), destinada a ser utilizada en la estimación de la información del estado del canal. La CSI-RS proporciona varias ventajas frente a basar la retroalimentación de CSI en la CRS tal como se ha utilizado, para este propósito, en versiones anteriores. En primer lugar, la CSI-RS no se utiliza para la desmodulación de la señal de datos, y por lo tanto no requiere la misma densidad. Esto significa que la sobrecarga de la CSI-RS es sustancialmente menor comparada con la de la CRS. En segundo lugar, la CSI-RS proporciona un medio mucho más flexible para configurar mediciones de retroalimentación de CSI: por ejemplo, qué recurso de CSI-RS medir se puede configurar de manera específica para el UE. Además, las configuraciones de antena mayores de 4 antenas necesitan recurrir a CSI-RS para mediciones de canal, dado que la CRS está definida solamente para 4 antenas como máximo.

En la figura 4 se da a conocer un ejemplo detallado que muestra qué elementos de recurso dentro de un par de bloques de recursos pueden ser ocupados potencialmente por RS y CSI-RS específicos por UE. En este ejemplo, la CSI-RS utiliza un código de cobertura ortogonal de longitud dos para cubrir dos puertos de antena sobre dos REs consecutivos. Tal como se puede ver, están disponibles muchos patrones de CSI-RS diferentes. 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 de 10 y 5, para 4 y 8 puertos de antena de CSI-RS, respectivamente.

Un recurso CSI-RS se puede describir como el patrón de elementos de recurso sobre el que se transmite una configuración de CSI-RS particular. Una manera de determinar un recurso de CSI-RS es mediante una combinación de los parámetros "resourceConfig", "subframeConfig" y "antennaPortsCount", que se pueden configurar mediante señalización de control de recursos radioeléctricos (RRC, Radio Resource Control).

Basándose en un recurso de CSI-RS especificado, que define un canal efectivo para la transmisión de datos, 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 determinar asimismo qué rango, precodificador y formato de transporte recomendar que se adapte mejor al canal efectivo particular.

Además, para mejorar el rendimiento del sistema, por ejemplo mejorando la cobertura de altas velocidades de datos, mejorando el caudal en el límite de la celda y/o aumentando el caudal del sistema, se puede utilizar transmisión y/o recepción con coordinación multipunto (CoMP, Coordinated Multipoint) en un sistema de comunicaciones inalámbricas o red de acceso radio. En particular, el objetivo es distribuir de manera más homogénea en la red el rendimiento percibido por el usuario, mediante tomar el control de la interferencia en el sistema, ya sea reduciendo la interferencia y/o mediante una mejor predicción de la interferencia. Para aprovechar los beneficios de introducir transmisión coordinada o retroalimentación CoMP es esencial que un nodo de red radioeléctrica o una estación base, por ejemplo un eNodeB, pueda predecir con precisión el rendimiento de un UE o dispositivo inalámbrico para diversas hipótesis de transmisión coordinada, con el fin de seleccionar una asignación adecuada de enlace descendente. A este respecto, las mediciones de interferencia precisas en un terminal son un elemento clave para las notificaciones de CSI dirigidas a diferentes hipótesis de transmisión. Sin embargo, las soluciones de la técnica actual para las mediciones de interferencia están limitadas por estándares actuales y/o limitaciones impuestas por el silenciamiento específico por UE de los canales de datos, dificultando las mediciones de interferencia precisas, en particular para sistemas CoMP que utilizan selección dinámica de puntos y/o transmisión conjunta, donde la asociación de puntos de transmisión con un UE varía dinámicamente con el tiempo.

Además, a menudo es beneficioso para un planificador en un nodo de red radioeléctrica o estación base, tal como un eNodeB, recibir notificaciones de CSI que están basadas en un nivel de interferencia predecible y robusto. Cuando un UE o un dispositivo inalámbrico mide la interferencia provocada por otras transmisiones de datos, el nivel de interferencia medido variará con la carga de tráfico actual y además acusará rápidas variaciones de potencia debido al denominado efecto de destellos, donde la precodificación dinámica y/o la formación del haz en puntos con interferencia provocan variaciones de interferencia rápidas y a menudo impredecibles. Para la notificación de CSI, dichas variaciones degradan habitualmente el rendimiento global, dado que la interferencia medida subestima a menudo la interferencia observada en la subsiguiente asignación de transmisión de datos que está basada en la notificación de CSI. Como consecuencia, el nodo de red radioeléctrica o estación base puede tener que reducir la velocidad de datos en la adaptación de enlace para evitar excesivas retransmisiones debidas a incertidumbres en el CQI notificado.

Para mejorar las posibilidades de que los UEs lleven a cabo mediciones de interferencia precisas en un sistema, se han introducido recursos de CSI-RS de potencia cero (ZP, zero-power), conocidos asimismo como CSI-RS silenciados. Los recursos de CSI-RS de potencia cero se configuran igual que los recursos de CSI-RS regulares, de tal modo que el UE sabe que las transmisiones de datos están mapeadas en torno a dichos recursos. El propósito de los recursos CSI-RS de potencia cero es permitir a la red silenciar las transmisiones sobre los recursos correspondientes con el fin de incrementar la SINR de una correspondiente CSI-RS de potencia distinta de cero, transmitida posiblemente en una celda/punto de transmisión vecino. Para LTE versión 11, está en discusión una CSI-RS especial de potencia cero cuya utilización se impone al UE para medir interferencia más ruido. Tal como el nombre indica, un UE puede asumir que los TP de interés no están transmitiendo en el recurso CSI-RS silenciado y, por lo tanto, la potencia recibida puede ser utilizada como una medida del nivel de ruido más interferencia. Con el objetivo de mediciones de interferencia mejoradas, el acuerdo en LTE versión 11 es que la red podrá configurar un UE para medir la interferencia sobre un recurso de medición de interferencia (IMR, Interference Measurement Resource) particular que identifica un conjunto particular de TFRE que deben ser utilizados para una correspondiente medición de interferencia.

Sin embargo, reservar recursos con propósitos específicos tal como mediciones de interferencia, reduce los recursos disponibles para la transmisión de datos. En algunas configuraciones del sistema dichos recursos reservados pueden dar lugar a una sobrecarga significativa, por ejemplo en el enlace descendente cuando son utilizados para permitir que los UEs lleven a cabo mediciones de interferencia más fiables.

Por lo tanto, existe la necesidad de mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos radioeléctricos para determinar con fiabilidad la interferencia que se puede esperar cuando se recibe una señal sobre un canal de comunicación desde una red de acceso radio.

Compendio

- 5 Por lo tanto, un objetivo de por lo menos algunas realizaciones de la presente descripción es reducir la sobrecarga en la que se incurre mediante mediciones de interferencia en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

De acuerdo con una primera realización de la presente descripción, éste y otros objetivos se consiguen mediante un procedimiento en un nodo de transmisión para permitir que un nodo de recepción lleve a cabo mediciones de la interferencia. La interferencia está provocada por transmisiones desde por lo menos un punto de transmisión controlado por el nodo de transmisión, sobre recepciones en el nodo de recepción. El nodo de transmisión y el nodo de recepción están comprendidos en un sistema de comunicaciones inalámbricas. El nodo de transmisión determina un recurso de medición de interferencia, IMR. El IMR comprende un conjunto de elementos de recurso de tiempo-frecuencia, TFREs, sobre el que se espera que el nodo de transmisión transmita interferencia. El nodo de transmisión transmite por lo menos una señal de interferencia en el IMR, como dicha interferencia. Dicha por lo menos una señal de interferencia comprende por lo menos una de una señal deseada y otra señal. La señal deseada es una señal que está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por el nodo de recepción u otro nodo servido por el nodo de transmisión. La otra señal es una señal que no está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por ningún nodo servido por el nodo de transmisión. La señal deseada se transmite en lugar de otra señal, como dicha por lo menos una señal de interferencia, en uno o varios TFRE del IMR cuando dicho por lo menos un punto de transmisión va a transmitir la señal deseada al nodo de recepción o al otro nodo servido por dicho nodo de transmisión. La otra señal se transmite en TFREs de dicho IMR en los que no se transmite ninguna señal deseada y la otra señal se silencia sobre TFREs de dicho IMR en los que se transmite la señal deseada.

De acuerdo con una segunda realización de la presente descripción, éste y otros objetivos se consiguen mediante un nodo de transmisión para permitir que un nodo de recepción lleve a cabo mediciones de la interferencia. El nodo de transmisión se configura para ser conectable a por lo menos un punto de transmisión para comunicar con el nodo de recepción en el sistema de comunicaciones inalámbricas. Las recepciones en el nodo de recepción pueden estar sujetas a interferencia provocada por transmisiones desde dicho por lo menos un punto de transmisión.

El nodo de transmisión comprende circuitos de procesamiento. Los circuitos de procesamiento están configurados para determinar un recurso de medición de interferencia, IMR. El IMR comprende un conjunto de elementos de recurso de tiempo-frecuencia, TFREs, sobre el que se espera que el nodo de transmisión transmita interferencia. Los circuitos de procesamiento están configurados además para transmitir, como dicha interferencia, por lo menos una señal de interferencia en dicho IMR. Dicha por lo menos una señal de interferencia comprende por lo menos una de una señal deseada y otra señal. La señal deseada es una señal que está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por el nodo de recepción u otro nodo servido por el nodo de transmisión. La otra señal es una señal que no está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por ningún nodo servido por dicho nodo de transmisión. Los circuitos de procesamiento están configurados además para transmitir la señal deseada en lugar de otra señal, como dicha por lo menos una señal de interferencia, en uno o varios TFREs del IMR cuando dicho por lo menos un punto de transmisión va a transmitir la señal deseada al nodo de recepción o al otro nodo servido por dicho nodo de transmisión. Los circuitos de procesamiento están configurados además para transmitir la otra señal sobre TFREs en dicho IMR en los que no se transmite ninguna señal deseada y para silenciar la otra señal en los TFREs de dicho IMR en los que se transmite la señal deseada.

El objetivo anterior se consigue dado que la transmisión de una señal deseada que puede ser transmitida en lugar de la otra señal, como dicha por lo menos una señal de interferencia, en un IMR permite que la sobrecarga, en la que se incurre permitiendo más mediciones de interferencia fiables de acuerdo con las diferentes composiciones de interferencia deseada mediante la utilización de los IMR, se reduzca porque están disponibles más recursos radioeléctricos para la transmisión de datos y para otra señalización destinada a ser descodificada o medida coherentemente por nodos de recepción en el sistema de comunicación inalámbrica.

Breve descripción de los dibujos

50 La figura 1 es un diagrama esquemático de bloques que muestra la estructura de transmisión del modo de multiplexación espacial precodificada en LTE.

La figura 2 es un diagrama esquemático que muestra la parrilla de recursos de tiempo-frecuencia en LTE.

La figura 3 es un diagrama esquemático que muestra señales de referencia específicas por celda.

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

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

55 La figura 6 es un diagrama esquemático que muestra un grupo de coordinación en una red inalámbrica.

La figura 7 es un diagrama esquemático que muestra un grupo de coordinación en una red inalámbrica.

La figura 8a es un diagrama esquemático que muestra un escenario en un grupo de coordinación en una red inalámbrica.

La figura 8b es un diagrama esquemático que muestra un escenario en una red inalámbrica.

5 Las figuras 9a a 9d son diagramas de flujo que muestran procedimientos de acuerdo con algunas realizaciones.

La figura 10a es un diagrama de bloques que muestra un nodo de red según algunas realizaciones.

La figura 10b es un diagrama de bloques que muestra detalles de un nodo de red según algunas realizaciones.

La figura 11a es un diagrama de bloques que muestra un dispositivo inalámbrico según algunas realizaciones.

10 La figura 11b es un diagrama de bloques que muestra detalles de un dispositivo inalámbrico según algunas realizaciones.

Descripción detallada

En esta sección, la invención se mostrará en mayor detalle mediante algunas realizaciones a modo de ejemplo. Se debe observar que estas realizaciones no son mutuamente excluyentes. Se puede asumir implícitamente que componentes de una realización están presentes en otra realización, y un experto en la materia comprenderá cómo pueden ser utilizados dichos componentes en otras realizaciones a modo de ejemplo.

15 Se debe observar que aunque en esta descripción se ha utilizado terminología de LTE del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP, 3rd Generation Partnership Project), para ejemplificar la invención, no se debe considerar que esto limita el alcance de la invención a solamente el sistema mencionado anteriormente. Otros sistemas inalámbricos, que incluyen acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA, Wideband Code Division Multiple Access), interoperabilidad mundial para acceso por microondas (WiMax, Worldwide Interoperability for Microwave Access), banda ancha ultra móvil (UMB, Ultra Mobile Broadband) y sistemas del sistema global para comunicaciones móviles (GSM, Global System for Mobile communications), se pueden beneficiar asimismo de la explotación de las ideas comprendidas en esta descripción.

20 Además, terminología tal como eNodeB y UE se deberá considerar como no limitativa y, en particular, no implica ninguna relación jerárquica particular entre los dos; en general, el término "eNodeB" o estación base se podría considerar un primer dispositivo, un primer nodo o un nodo de transmisión y el término "UE" se podría considerar un segundo dispositivo, un segundo nodo o un nodo de recepción, y estos dos dispositivos comunican entre sí sobre un canal de radio que puede ser de varios tipos, por ejemplo un canal de múltiple entrada múltiple salida, "MIMO". En la presente memoria, los inventores se centran asimismo en transmisiones inalámbricas en el enlace descendente, es decir desde el eNodeB al UE, pero las explicaciones de las realizaciones descritas en la presente memoria son aplicables igualmente al enlace ascendente, es decir desde el UE al eNodeB. Por lo tanto, en dichas realizaciones el nodo de recepción puede ser el eNodeB o la estación base y el nodo de transmisión puede ser el UE.

25 En general, en los sistemas con planificación no coordinada de transmisiones de enlace descendente, el UE puede medir de manera efectiva la interferencia observada desde otros TP, u otras celdas, cuando calcula una recomendación para el nivel de interferencia y la utiliza en una próxima transmisión de datos. Dichas mediciones de interferencia se llevan a cabo habitualmente analizando la interferencia residual en recursos de CRS (después de que el UE reste el impacto de la señal de CRS).

30 Sin embargo, en la presente descripción, los inventores han comprendido que en algunas situaciones, cuando es importante obtener una medición precisa de la interferencia sobre un recurso de transmisión, tal como elementos de recurso de tiempo-frecuencia (TFREs) de una interfaz de transmisión radioeléctrica en un sistema de comunicación inalámbrica, dichas mediciones pueden no ser fáciles de obtener. Ésta puede ser la situación, por ejemplo, cuando la carga de tráfico es baja en un sistema y se desea, por ejemplo por razones de planificación, determinar cómo incidiría la interferencia en un recurso de transmisión específico sobre la planificación de una transmisión de datos para un nodo de recepción, tal como un UE. Otra situación en la que puede ser difícil obtener un nivel de interferencia medido adecuado es cuando el esquema de transmisión de un punto de transmisión interferente varía rápidamente en un esquema activo-inactivo, por ejemplo de una subtrama a otra. En dichas situaciones, es decir cuando las mediciones de interferencia no reflejen adecuadamente la situación de interferencia, la notificación de CSI para adaptación de enlace y/o transmisión con coordinación multipunto (CoMP) quedará corrompida. En ocasiones se entiende que el término CoMP implica que diferentes puntos de transmisión tienen posiciones geográficas diferentes. Sin embargo, para los propósitos de las realizaciones de esta descripción, el aspecto de transmisión coordinada es relevante asimismo para situaciones en las que los puntos de transmisión involucrados en la transmisión coordinada tienen la misma posición geográfica. Por ejemplo, en este contexto múltiples puntos de transmisión pueden compartir los mismos elementos de antena física, pero podrían utilizar virtualizaciones diferentes, por ejemplo, diferentes direcciones del haz, tal como se ha mencionado en la discusión anterior sobre puntos de transmisión en la presente memoria.

Tal como se ha mencionado anteriormente, los recursos de medición de interferencia (IMR) son adoptados por el estándar LTE para permitir que la red controle mejor las mediciones de interferencia en los UEs. Silenciando un conjunto particular de puntos de transmisión en un correspondiente IMR, un UE medirá solamente la interferencia residual provocada por cualesquiera puntos de transmisión no silenciados, en las proximidades.

5 Para permitir mediciones de interferencia adecuadas mediante un nodo de recepción en las situaciones ejemplificadas anteriormente y otras similares, los inventores proponen en esta descripción tener por lo menos algún punto de transmisión, o virtualización del mismo, cuya interferencia se desee en un IMR particular, para transmitir activamente una señal de interferencia sobre los elementos de recurso de tiempo-frecuencia de dicho IMR particular. La señal de interferencia puede ser una señal que sea independiente de cualquier transmisión de datos, transmisión de control o transmisión de señal de referencia a cualquier nodo, por ejemplo UE o dispositivo inalámbrico, o una señal deseada, por ejemplo una señal de datos, que se vaya a transmitir desde el punto de transmisión y que pueda ocupar el lugar de la señal de interferencia en por lo menos algunos TFREs del IMR particular en los que en otro caso se transmitiría la señal que es independiente de cualquier transmisión de datos, transmisión de control o transmisión de señal de referencia. La red puede esperar que el nodo de recepción mida la interferencia en el IMR. Esta expectativa puede ser implícita, por ejemplo seleccionando un IMR en el que se sabe que el nodo de recepción mide interferencia o explícita, por ejemplo ordenando al nodo de recepción llevar a cabo mediciones de interferencia en el IMR. La señal de interferencia que es independiente de cualquier transmisión de datos, transmisión de control o transmisión de señal de referencia es independiente porque no está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por ningún nodo servido por el nodo de transmisión que controla el punto de transmisión desde el que se transmite la señal de interferencia. La señal deseada es deseada porque está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por cualesquiera nodos que puedan estar configurados para recibir transmisiones desde el punto de transmisión.

Para el propósito de esta descripción, un IMR se debe considerar en un contexto más amplio que el adoptado actualmente en 3GPP. Por ejemplo, un IMR se debería considerar solamente como un conjunto de elementos de recurso de tiempo frecuencia sobre el que se espera, o es probable, que un UE estime la interferencia. Por ejemplo, la mayor parte de los terminales LTE de versiones 8 a 10 miden interferencia en los TFREs asociados con la señal de referencia específica de celda (CRS) cancelando en primer lugar la secuencia CRS conocida. Por lo tanto, aunque el estándar no obliga a que un UE de las versiones 8 a 10 tenga que medir la interferencia en los elementos de recurso de CRS, éste es de hecho el estándar. De este modo, en la siguiente discusión se consideran también como un IMR los elementos de recurso asociados con una configuración de CRS específica, es decir un desplazamiento de CRS específico y un número específico de puertos de CRS. Análogamente, se debe entender que un IMR puede contener asimismo otras señales deseadas destinadas a descodificación o referencia por un UE, en cuyo caso se espera que el UE cancele el impacto de cualesquiera dichas otras señales deseadas, antes de llevar a cabo la medición de interferencia. En este contexto, "señal deseada" significa una señal destinada a su recepción por el nodo de recepción, por ejemplo UE o dispositivo inalámbrico. El recurso de medición de interferencia comprende un conjunto de elementos de recurso en los que se reciben una o varias señales que se supone interfieren con la señal deseada. Un recurso de señal de referencia comprende un conjunto de elementos de recurso en los que se reciben una o varias señales de referencia correspondientes a una señal deseada. En realizaciones particulares, el recurso de señal de referencia es un recurso de CSI-RS. Sin embargo, el recurso de señal de referencia (RS) puede ser cualquier otro tipo de recurso de RS que pueda ser utilizado para estimar una señal deseada, por ejemplo un recurso de CRS.

Para mostrar en mayor detalle las explicaciones de esta descripción, se explicarán a continuación algunas realizaciones propuestas en un escenario de transmisión coordinada o CoMP en un sistema de comunicación inalámbrica. Sin embargo, no se debe entender que la referencia a CoMP en la siguiente discusión de esta descripción limita la aplicabilidad de las explicaciones de la presente memoria. Las explicaciones de la presente memoria son aplicables igualmente en cualquier sistema de comunicación inalámbrica en que exista la necesidad de determinar de manera fiable la interferencia que se puede esperar cuando se recibe una señal sobre un canal de comunicación desde una red de acceso radio.

La transmisión y recepción CoMP se refieren a un sistema en el que la transmisión y/o recepción en múltiples emplazamientos de antena separados geográficamente están coordinadas para mejorar el rendimiento del sistema. Más específicamente, CoMP se refiere a la coordinación de sistemas de antenas que tienen diferentes áreas de cobertura geográfica. La coordinación entre puntos puede ser distribuida, por medio de comunicación directa entre diferentes emplazamientos, o bien por medio de un nodo de coordinación central. Otra posibilidad de coordinación es un "grupo flotante" en el que cada punto de transmisión está conectado con, y coordina un cierto conjunto de vecinos (por ejemplo, dos vecinos). Un conjunto de puntos que llevan a cabo transmisión y/o recepción coordinada se denomina en adelante un grupo de coordinación CoMP, un grupo de coordinación o simplemente un grupo.

El funcionamiento CoMP está dirigido a muchos despliegues diferentes, que incluyen coordinación entre emplazamientos y sectores en macro-despliegues celulares, así como diferentes configuraciones de despliegues heterogéneos, donde por ejemplo un macro-nodo coordina la transmisión con pico-nodos dentro de la macro-área de cobertura. En las figuras 5 a 7 se muestran ejemplos de despliegues de red de comunicaciones inalámbricas con grupos de coordinación CoMP que comprenden tres puntos de transmisión, indicados TP1, TP2 y TP3.

Hay muchos esquemas de transmisión CoMP diferentes considerados; por ejemplo:

Supresión dinámica de puntos, donde múltiples puntos de transmisión coordinan la transmisión de tal modo que los puntos de transmisión vecinos pueden silenciar las transmisiones en los recursos de tiempo-frecuencia (TFREs) que están asignados a UEs que experimentan una interferencia significativa.

- 5 Formación del haz coordinada, donde los TP coordinan las transmisiones en el dominio espacial mediante formación del haz de la potencia de transmisión, de tal modo que se suprime la interferencia a los UEs servidos por TP vecinos.

- 10 Selección dinámica de puntos (DPS, Dynamic Point Selection) donde la transmisión de datos a un UE se puede conmutar dinámicamente (en tiempo y frecuencia) entre diferentes puntos de transmisión, de tal modo que los puntos de transmisión son utilizados plenamente.

Transmisión conjunta, donde 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 servirían de lo contrario a algunos otros UEs sin tener en cuenta el UE sujeto a transmisión conjunta (JT, Joint Transmission).

- 15 Un denominador común de los esquemas de transmisión CoMP es que la red necesita información CSI no sólo para el TP de servicio, sino asimismo para los canales que conectan los TP vecinos a un terminal o UE. Por ejemplo, configurando un recurso de CSI-RS único por cada TP, un UE puede resolver los canales efectivos para cada TP mediante mediciones sobre la CSI-RS correspondiente. Se debe observar que el UE ignora probablemente la presencia física de un TP particular, estando configurado solamente para medir un recurso de CSI-RS particular, sin
20 conocer ninguna asociación entre el recurso CSI-RS y un TP.

- 25 Son posibles varios tipos diferentes de retroalimentación de CoMP. La mayoría de las alternativas están basadas en retroalimentación de recursos por CSI-RS, posiblemente con agregación de CQI de múltiples recursos de CSI-RS, y posiblemente asimismo con alguna clase de información co-fase entre recursos de CSI-RS. Sigue una lista no exhaustiva de alternativas relevantes (se debe observar que es posible asimismo una combinación de cualesquiera de estas alternativas):

- 30 Retroalimentación de recursos por CSI-RS, corresponde a la notificación independiente de información del estado del canal (CSI) para cada uno de un conjunto de recursos de CSI-RS. Dicha notificación de CSI puede comprender, por ejemplo, uno o varios de un indicador de matriz precodificadora (PMI), un indicador del rango (RI) y/o un indicador de calidad del canal (CQI), que representan una configuración recomendada para una transmisión hipotética de enlace descendente sobre las mismas antenas utilizadas para las CSI-RS asociadas, o la RS utilizada para la medición del canal. De manera más general, la transmisión recomendada se debería mapear a antenas físicas del mismo modo que los símbolos de referencia utilizados para la medición de canal CSI.

- 35 Normalmente existe un mapeo uno a uno entre una CSI-RS y un TP, en cuyo caso la retroalimentación de recursos por CSI-RS corresponde a retroalimentación por TP; es decir, se notifica un PMI/RI/CQI independiente para cada TP. Cabe señalar que podría haber interdependencias entre las notificaciones de CSI; por ejemplo, podrían estar forzadas a tener el mismo RI. Las interdependencias entre notificaciones de CSI tienen muchas ventajas, tales como; espacio de búsqueda reducido cuando el UE calcula retroalimentación, sobrecarga de retroalimentación reducida y, en caso de reutilización del RI, existe una menor necesidad de llevar a cabo anulación de rango en el eNodeB.

- 40 Los recursos CSI-RS considerados pueden ser configurados por el eNodeB como el conjunto de medición de CoMP. En el ejemplo mostrado en la figura 5, se pueden configurar 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 mediante TP1 510 y TP2 520, dado que estos puntos pueden ser adecuados para una transmisión al dispositivo 540. El conjunto de medición para el dispositivo inalámbrico 550 puede estar configurado
45 por el contrario para consistir en recursos de CSI-RS transmitidos mediante TP2 520 y TP3 530. Los dispositivos inalámbricos notificarán información de CSI para los puntos de transmisión correspondientes a sus conjuntos de medición respectivos, permitiendo de ese modo a la red, por ejemplo, seleccionar el punto de transmisión más adecuado para cada dispositivo.

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

- 55 Sin embargo, una búsqueda conjunta puede ser demasiado exigente computacionalmente para el UE, y una forma simplificada de agregación es evaluar un CQI agregado que se combina con recursos PMI por CSI-RS, que normalmente deberían ser todos de mismo rango correspondiente al CQI o CQIs agregados. Dicho esquema tiene asimismo la ventaja de que la retroalimentación agregada puede compartir mucha información con una retroalimentación por recursos CSI-RS. Esto es beneficioso, debido a que muchos esquemas de transmisión de CoMP requieren retroalimentación de recursos por CSI-RS, y para permitir al eNodeB flexibilidad en la selección

dinámica del esquema de CoMP, normalmente se transmitiría retroalimentación agregada en paralelo con retroalimentación de recursos por CSI-RS. Para soportar transmisión conjunta coherente, dichos PMI de recursos por CSI-RS se pueden mejorar con información de co-fase que permite al eNodeB rotar los PMI de recursos por CSI-RS, de manera que las señales se combinan coherentemente en el receptor.

- 5 Para un funcionamiento eficiente de CoMP o de transmisión coordinada, es tan importante adoptar hipótesis de interferencia adecuadas cuando se determinan los CQI como capturar la señal deseada recibida adecuada. Dentro de un grupo de coordinación, un eNodeB puede controlar en gran medida qué TP interfieren con un UE o dispositivo inalámbrico particular en cualquier TFRE particular. Por lo tanto, habrá múltiples hipótesis de interferencia en función de qué TP están transmitiendo datos a otros terminales, tales como UEs o dispositivos inalámbricos.
- 10 Esto significa que, controlando qué TP están transmitiendo datos a otros UEs o dispositivos inalámbricos, la red puede controlar la interferencia observada por el UE o dispositivo inalámbrico particular en un IMR. Por ejemplo, silenciando todos los TP dentro de un grupo de coordinación en el IMR, el UE o dispositivo inalámbrico particular medirá de manera efectiva la interferencia entre grupos CoMP. En el ejemplo mostrado en la figura 5, esto correspondería a silenciar el TP1 510, el TP2 520 y el TP3 530 en los TFREs asociados con el IMR. Sin embargo, es
- 15 esencial que un eNodeB pueda evaluar con precisión el rendimiento de un UE dadas diferentes hipótesis de transmisión CoMP -de lo contrario la coordinación dinámica deja de tener sentido. Por lo tanto, el sistema tiene que poder rastrear/estimar asimismo diferentes niveles de interferencia intra-grupo correspondientes a diferentes hipótesis de transmisión y supresión. Por lo tanto, se ha propuesto permitir la configuración de múltiples IMR distintos, donde la red es responsable de realizar diferentes hipótesis de interferencia relevantes intra-grupo y/o
- 20 entre grupos en los diferentes IMR, por ejemplo, silenciando las transmisiones de datos de acuerdo con diferentes puntos de transmisión, y que un UE debería poder llevar a cabo múltiples mediciones de interferencia, correspondientes a las diferentes hipótesis de interferencia intra-grupo, por medio de configurar múltiples IMR; permitiendo de ese modo la notificación de CSI o CQI para las diferentes hipótesis de interferencia. De este modo, asociando un CSI o CQI notificado particular con un IMR particular, los CSI o CQI relevantes se pueden poner a
- 25 disposición de la red para una planificación eficaz.

Por lo tanto, la red sería responsable de configurar las transmisiones de tal modo que la interferencia medida en los diferentes IMR corresponda a las hipótesis de interferencia deseadas; es decir, para cada IMR se silenciará un conjunto de puntos de transmisión, y se presentará al IMR interferencia intra-grupo procedente solamente de los restantes puntos de transmisión coordinados (y no coordinados). En las soluciones de la técnica actual, no se

30 silenciará (o se silenciará de manera similar) la transmisión de datos en un punto de transmisión específico, en los IMR en los que debería estar presente (o ausente) la interferencia procedente del punto de transmisión.

Sin embargo, en LTE, el silenciamiento se configura por medio de CSI-RS de potencia cero, que se configura específicamente para el UE. Por lo tanto, el silenciamiento es una propiedad específica del UE, y no una propiedad específica del punto de transmisión. Esta diferencia no tiene implicaciones prácticas cuando el UE es asignado y

35 servido por un único punto de transmisión. Sin embargo, en sistemas que funcionan, por ejemplo, con selección dinámica de puntos (DPS) y/o transmisión conjunta (JT), cuando la transmisión a un UE específico involucra, o cambia entre, múltiples puntos de transmisión, existirá un desajuste entre un patrón de silenciamiento configurado, específico para el UE, y uno de los patrones de silenciamiento personalizados, potencialmente diferentes, de dos diferentes puntos de transmisión involucrados. En la solución de la técnica actual, un UE, candidato para

40 asignaciones de DPS/JT, estaría por lo tanto configurado, habitualmente, para ser silenciado en la unión de los patrones de silenciamiento para los dos TP. Sin embargo, esto conducirá a una subestimación de los niveles de interferencia en los IMRs correspondientes, dado que siempre que se asigne el terminal específico los TP involucrados serán asimismo silenciados en los IMRs en los que debería estar presente la interferencia desde el TP.

Además, realizando las diferentes hipótesis de interferencia intra-grupo por medio de tener un IMR excitado

45 mediante transmisiones de datos intra-grupo, las mediciones de interferencia se verán afectadas por la carga de tráfico actual en el sistema; es decir, si en un caso específico no hay datos para UEs que sean candidatos para transmisiones desde un TP particular, no habrá transmisiones de datos que puedan colisionar con el IMR. Habitualmente, esto es beneficioso dado que el nivel de interferencia medido reflejará mejor la interferencia típica, o esperada. Sin embargo, cuando se planifica conjuntamente (por ejemplo, centralmente) un grupo coordinado de

50 puntos de transmisión, el planificador determina, y por lo tanto conoce, la asignación específica en los puntos de transmisión coordinados -es decir, el planificador evalúa las dos hipótesis, cuando hay interferencia procedente de un TP y cuando no la hay. Por lo tanto, si las mediciones de interferencia que incluyen interferencia intra-grupo quedan sesgadas por la carga dentro del grupo, será más complicado para un eNodeB evaluar con precisión el rendimiento de un UE para la hipótesis de que hay presente interferencia procedente de un TP particular. Este

55 problema será más acusado cuanto menor sea la carga de tráfico dentro del grupo.

Análogamente, si se aplica supresión dinámica de puntos, las mediciones de interferencia se verán afectadas por un comportamiento activo-inactivo rápidamente variable de los puntos de transmisión que se suprimen dinámicamente, es decir se silencian, en ciertas subtramas. Dado que el UE ignora la supresión potencial en puntos de transmisión

60 vecinos, no puede elegir excluir las mediciones de interferencia en estos recursos de tiempo-frecuencia. Por consiguiente, la notificación de CSI correspondiente no representará la hipótesis de interferencia deseada.

La figura 5 muestra un ejemplo de sistema 500 de comunicaciones inalámbricas en el que se pueden implementar diversas realizaciones de la invención. Los tres puntos de transmisión 510, 520 y 530 forman un grupo de coordinación CoMP. En lo que sigue, con propósitos de ilustración y no de limitación, se supondrá que el sistema de comunicaciones 500 es un sistema LTE. Los puntos de transmisión 510, 520 y 530 son unidades de radio remotas (RRU:s, remote radio units), controladas por el eNodoB 560. En un escenario alternativo (no mostrado), los puntos de transmisión podrían estar controlados por eNodoBs independientes. Se debe apreciar que, en términos generales, cada nodo de red, por ejemplo el eNodoB, puede controlar uno o varios puntos de transmisión, que pueden estar ubicados físicamente juntos con el nodo de red, o bien distribuidos geográficamente. En el escenario mostrado en la figura 5, se supone que los puntos de transmisión 510, 520 y 530 están conectados al eNodoB 560, por ejemplo mediante cable óptico o una conexión de microondas punto a punto. En caso de que parte o la totalidad de los puntos de transmisión que forman el grupo estén controlados por eNodoBs diferentes, se supondría que dichos eNodoB están conectados entre sí, por ejemplo, por medio de una red de transporte, para poder intercambiar información para una posible coordinación de la transmisión y la recepción.

Se considera por ejemplo un esquema de supresión dinámica de puntos, en el que hay por lo menos dos hipótesis de interferencia relevantes para un UE particular: en una hipótesis de interferencia, el UE no observa interferencia procedente del punto de transmisión vecino coordinado; y en la otra hipótesis, el UE observa interferencia desde el punto vecino. Para permitir que la red determine de manera efectiva si se debería o no silenciar un TP, el UE puede notificar dos, o generalmente múltiples CSIs o CQIs correspondientes a las diferentes hipótesis de interferencia. Continuando con el ejemplo de la figura 5, se supone que el dispositivo inalámbrico 540 está configurado para medir la CSI desde el TP1 510. Sin embargo, el TP2 520 puede interferir potencialmente con una transmisión desde el TP1 510, en función de cómo la red planifique la transmisión. Por lo tanto, la red puede configurar el dispositivo 540 para medir la CSI-RS transmitida por el TP1 para dos hipótesis de interferencia, siendo la primera que el TP2 está en silencio, y siendo la otra que el TP2 está transmitiendo una señal de interferencia.

Esta situación se ilustra adicionalmente en el ejemplo de la figura 8a. En éste, un UE o dispositivo inalámbrico 540 ha sido configurado por la red con recursos de medición de interferencia (IMR) 815 que comprenden el IMR1 850, el IMR2 855, el IMR3 860 y el IMR4 862, por ejemplo en señalización RRC. Cada IMR 850, 855, 860, 862 comprende por lo menos un TFRE sobre el que se espera que el UE 540 lleve a cabo mediciones de interferencia. Configurando los correspondientes recursos en tiempo t y frecuencia f 810 en el punto de transmisión TP1 510, y 805 en el punto de transmisión TP2 520, de tal modo que, en diversas combinaciones, los puntos de transmisión TP1 510 y TP2 520 transmiten o no transmiten señales de interferencia en los diferentes IMRs, el UE 540 está capacitado para medir la interferencia según las diferentes hipótesis de interferencia 875, 880, 885 y 887 que se muestran en la tabla 870 de la figura 8a. A partir de la tabla 870 se puede observar que el TP1 510 ha sido configurado por la red para transmitir una señal de interferencia en el IMR2 840 y el IMR3 845, y que desde el TP1 510 no se transmite ninguna señal de interferencia en el IMR1 835 y el IMR4 847. Además, se puede observar a partir de la tabla 870 que el TP2 520 ha sido configurado por la red para transmitir una señal de interferencia en el IMR1 820 y en el IMR3 830, y que desde el TP2 520 no se transmite ninguna señal de interferencia en el IMR2 825 y en el IMR4 832. En este ejemplo, las señales de interferencia son señales que no están destinadas a ser descodificadas o medidas coherentemente por el UE 540 ni por ningún otro nodo servido por el nodo de transmisión que controla el punto de transmisión desde el que se transmite la señal de interferencia. Además, en el ejemplo de la figura 8a, las mediciones llevadas a cabo en el IMR1, el IMR2 y el IMR3 corresponden a diferentes hipótesis de interferencia intra-grupo H1 875, H2 880 y H3 885, mientras que las mediciones llevadas a cabo en el IMR4 corresponden a hipótesis de interferencia entre grupos H4 887.

La señal de interferencia no está limitada por las configuraciones de UEs específicos, sino que puede transmitirse de manera que se adapte a cualquier composición de interferencia elegida. Por ejemplo, si todos los UEs dentro del grupo están configurados para recibir transmisiones de datos que se silencian en la unión de los IMR presentes, no habrá datos (o control) transmitidos en ningún IMR. Por lo tanto, en el ejemplo anterior, la interferencia medida en los IMRs puede no verse afectada por las transmisiones de datos intra-grupo y la composición de la interferencia intra-grupo se puede conformar libremente mediante la señal o señales de interferencia.

En particular, un aspecto es que la interferencia desde un punto de transmisión (TP) particular está presente siempre en todos los IMR en los que se espera que dicho TP provoque interferencia. De lo contrario, las mediciones de interferencia en dicho IMR no reflejarían las hipótesis de interferencia previstas. Sin embargo, si los PDSCH de todos los UEs de un nodo de servicio se silencian en todos los IMR en un grupo coordinado, esto totaliza una sobrecarga significativa en el enlace descendente.

El inventor se ha dado cuenta de que en algunas situaciones puede ser deseable aumentar los recursos radioeléctricos disponibles para la transmisión de señales deseadas, tales como transmisiones de datos destinadas a ser descodificadas por nodos de recepción, u otras señales deseadas destinadas a ser medidas coherentemente mediante nodos de recepción, tales como señales de referencia. La figura 8b muestra un escenario en el que la señal de interferencia transmitida en el IMR1 821 es una señal deseada que está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por el nodo de recepción 540 u otro nodo 550 servido por el nodo de transmisión 560. El nodo de recepción ha sido configurado correspondientemente para esperar que pueda ser enviada una señal deseada en los TFREs del IMR1 851. Esta señal deseada transmitida puede ser utilizada además por nodos de recepción en el sistema de comunicación inalámbrica, por ejemplo el nodo de recepción 540 o el otro nodo 550, para

medir la interferencia según la hipótesis de interferencia H1 875, tal como se muestra en la tabla 871. Tal como se muestra además en la figura 8b, la señal de interferencia transmitida en una primera parte de los TFREs del IMR3 831, tal como se indica mediante barras horizontales en la parte superior del IMR3 831, es asimismo una señal deseada que está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por el nodo de recepción 540 u otro nodo 550 servido por el nodo de transmisión 560. El nodo de recepción ha sido configurado correspondientemente para esperar que pueda ser enviada una señal deseada en los TFREs del IMR3 861. Esta señal deseada transmitida puede ser utilizada además por los nodos de recepción en el sistema de comunicación inalámbrica, por ejemplo por el nodo de recepción 540 o por el otro nodo 550, para medir la interferencia de acuerdo con la hipótesis de interferencia H3 885, tal como se muestra en la tabla 871, midiendo una primera parte del IMR3, indicada como IMR3 superior en la tabla 871. La interferencia según la hipótesis de interferencia H3 885 se puede medir asimismo en una segunda parte del IMR3, indicada como IMR3 inferior en la tabla 871. En los TFREs de esta parte del IMR3, la señal de interferencia transmitida por el TP2 es otra señal que no está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por el nodo de recepción 540 ni por ningún otro nodo servido por el nodo de transmisión 560 que controla el punto de transmisión desde el que se transmite la señal de interferencia. Dado que esta señal no está destinada a ser descodificada o medida coherentemente, el nodo de recepción 540 está configurado para no esperar que se envíe ninguna señal deseada en estos TFREs, lo que se indica estando en blanco la parte inferior en blanco del IMR3 861. Por lo tanto, el IMR3 superior y el IMR3 inferior proporcionan señales para medición según la misma hipótesis de interferencia. La diferencia es únicamente que para el IMR3 superior el TP2 envía una señal deseada y el TP1 envía la otra señal, mientras que para el IMR3 inferior el TP1 y el TP2 envían ambos la otra señal. Un nodo de recepción, por ejemplo un UE que pueda conmutar entre el TP2 y el TP1, necesita medir diferentes hipótesis de interferencia. Sin embargo, un nodo de recepción tal como un UE que está conectado solamente al TP2 en todo momento no necesita llevar a cabo dichas mediciones, y se puede configurar entonces para esperar que pueda llegar una señal deseada, tal como una transmisión de datos PDSCH, en todos los IMR en los que el TP2 está configurado para transmitir, es decir, en este caso en el IMR1 851 y el IMR3 861.

Se debe observar que las ilustraciones proporcionadas en las figuras 8a y 8b están simplificadas para facilitar la comprensión. En la práctica, un recurso de IMR comprende habitualmente TFREs que están distribuidos sustancialmente sobre todo el ancho de banda de frecuencias, por ejemplo con 4 TFREs en cada bloque de recursos a lo largo del ancho de banda. Habitualmente se planifica una transmisión de datos a un nodo de recepción por bloque de recursos. Cuando se transmite una señal deseada, tal como una transmisión de datos, en TFREs de un IMR tal como se indica en el ejemplo de la figura 8b, la transmisión solapa habitualmente los TFREs en el bloque de recursos en el que se produce la transmisión de datos. En la figura 8b se muestran solamente los TFREs en los que se produce este solapamiento. Según este razonamiento, el IMR3 831 muestra los TFREs que pertenecen a dos bloques de recursos diferentes. Solamente los TFREs en la parte superior del IMR3 pertenecen a bloques de recursos en los que la transmisión de una señal deseada se produce de tal modo que la transmisión solapa los TFREs del IMR3.

En síntesis, la realización mostrada de la invención la implica alternancia dinámica de una señal deseada destinada a ser descodificada o medida coherentemente por un nodo de recepción tal como un UE, y otra señal no destinada a ser descodificada o medida coherentemente por ningún nodo de recepción en un recurso de medición de interferencia (IMR) que la red destina a exponer a una composición de interferencia particular. Ejemplos de señales deseadas pueden ser señales de datos transmitidas en el canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH, Physical Downlink Shared Channel). Al permitir que el PDSCH de un TP particular sea transmitido asimismo en IMRs en los que debería haber presente interferencia desde dicho TP particular, se puede reducir la sobrecarga del PDSCH, por ejemplo en comparación con el caso en el que se transmite solamente la otra señal mencionada anteriormente como la señal de interferencia en estos IMRs particulares, y al transmitir la otra señal en los IMRs particulares donde/cuando quiera que no esté presente un PDSCH, se garantiza que está presente la composición de interferencia correcta en dicho IMR particular.

Para UEs que no son candidatos a transmisiones que involucran otros TPs diferentes al TP de servicio, es suficiente configurar estos UEs con una configuración semiestática de un patrón de silenciamiento, por ejemplo una configuración de CSI-RS de potencia cero, que cubra los IMRs en los que dicho TP particular se debería silenciar, mientras que no se silencian uno o múltiples IMRs en los que el TP debería presentar interferencia. Cada vez que el TP tenga una señal deseada para transmitir, tal como una transmisión PDSCH, la señal de datos puede hacer pleno uso de todos los recursos, también de los IMRs no silenciados, y provocar simultáneamente la interferencia deseada en este conjunto de IMRs. Sin embargo, cuando el TP no tenga una señal deseada, tal como una señal de datos (PDSCH) a transmitir en recursos definidos mediante los IMRs que deberían presentar interferencia, entonces se puede transmitir una señal de interferencia independiente, en forma de la otra señal mencionada anteriormente, en aquellos TFREs que carecen de la transmisión de una señal deseada. De ese modo, el TP puede garantizar que siempre hay presente interferencia en un conjunto seleccionado de IMRs, pero seguir utilizando estos IMRs, por ejemplo, para transmisiones de datos cuando están presentes.

En otras palabras, permitiendo de este modo que las señales deseadas, tales como transmisiones de datos, se planifiquen de tal modo que solapan TFREs de un IMR, se puede reducir sustancialmente la sobrecarga en la que se incurre permitiendo mediciones de interferencia más fiables de acuerdo con diferentes composiciones de la interferencia deseada mediante la utilización de IMRs, porque están disponibles más recursos radioeléctricos para transmisiones de datos y para otra señalización destinada a ser descodificada o medida coherentemente por los

nodos de recepción en el sistema de comunicación inalámbrica. Las realizaciones de esta descripción consiguen que se garantice que la composición de interferencia correcta está presente en un IMR reduciéndose al mismo tiempo la sobrecarga de PDSCH, y aumentándose por lo tanto el caudal del enlace descendente.

- 5 La técnica anterior puede ser utilizada asimismo para UEs involucrados en selección dinámica de puntos y/o transmisión conjunta si el UE se puede configurar dinámicamente con un patrón de silenciamiento, por ejemplo una configuración CSI-RS de ZP, de tal modo que el patrón de silenciamiento se adapta siempre al nodo/nodos desde los que se origina la transmisión de PDSCH.

De manera más general, algunas realizaciones proporcionan un procedimiento en un nodo de transmisión para permitir a un nodo de recepción llevar a cabo mediciones de interferencia. El nodo de transmisión permite al nodo de recepción llevar a cabo mediciones de interferencia transmitiendo una señal de interferencia, tal como se describirá haciendo referencia a las figuras 5 a 7 y a los diagramas de flujo de las figuras 9a a 9d. A modo de ejemplo particular, el nodo de transmisión puede ser el nodo de transmisión, por ejemplo el eNodeB, 560 en la figura 5, que controla los TP1 a TP3, que son puntos de transmisión o cabeceras de radio remota. En un escenario alternativo, tal como el que se muestra en la figura 6, el nodo de transmisión puede ser un nodo de transmisión o un eNodeB con tres antenas de sector que corresponden a puntos de transmisión TP1 a TP3, que forman un grupo CoMP 600 en el que está situado un nodo de recepción 540. En otro escenario más, que se muestra en la figura 7, los TP1 a TP3 pueden formar un grupo CoMP 700 en el que está situado un nodo de recepción 540, y el nodo de transmisión puede ser el eNodeB que controla el TP1 y el TP3, o el eNodeB que controla el TP2, y da servicio a la pico-celda 720.

20 La interferencia está provocada por transmisiones desde por lo menos un punto de transmisión 510, 520, 530 controlado por el nodo de transmisión 560, sobre las recepciones en el nodo de recepción 540. Los nodos de transmisión y de recepción 560, 540 están comprendidos en un sistema de comunicaciones inalámbricas 500, 600, 700. Las transmisiones desde diferentes puntos de transmisión 510, 520, 530 pueden estar coordinadas para controlar la interferencia y/o mejorar la calidad de la señal recibida en el sistema de comunicaciones inalámbricas 500, 600, 700. En algunas realizaciones, el sistema de comunicaciones inalámbricas puede estar configurado para aplicar transmisión de coordinación multipunto.

Se muestra una primera realización del procedimiento en la figura 9a, en la que:

En la etapa 910, el nodo de transmisión 560 determina un recurso de medición de interferencia, IMR. El IMR comprende un conjunto de elementos de recurso de tiempo-frecuencia, TFREs, sobre el que se espera que el nodo de transmisión transmita interferencia. Según algunas realizaciones, el IMR puede comprender, o estar restringido a TFREs en los que no está prescrita la transmisión de ninguna señal que esté destinada a ser descodificada o medida coherentemente por cualquier nodo 540, 550 servido por el nodo de transmisión 560. En otras palabras, según estas realizaciones, no está prescrita, por ejemplo por la red o según algún estándar, la transmisión en los TFREs del IMR, de ninguna señal deseada que esté destinada a ser descodificada o medida coherentemente mediante por lo menos uno de los nodos de recepción 540, 550 servidos por dicho nodo de transmisión 560. En algunas realizaciones, se puede esperar que el nodo de recepción 540 mida la interferencia en el IMR.

En la etapa 930, el nodo de transmisión 560 transmite, como dicha interferencia, por lo menos una señal de interferencia en el IMR. Dicha por lo menos una señal de interferencia transmitida provoca por lo tanto la interferencia que se espera que el nodo de transmisión 560 transmita en el IMR. Dicha por lo menos una señal de interferencia comprende por lo menos una de una señal deseada y otra señal. La señal deseada está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por el nodo de recepción 540 u otro nodo 550 servido por dicho nodo de transmisión 560. La señal deseada puede sustituir a la otra señal en uno o varios TFREs del IMR cuando la señal deseada está presente. En otras palabras, la señal deseada puede ser transmitida en lugar de otra señal, como dicha por lo menos una señal de interferencia en uno o varios TFREs del IMR cuando la señal deseada está presente en dicho por lo menos un punto de transmisión a transmitir al nodo de recepción 540 o al otro nodo 550 servido por dicha nodo de transmisión 560. Cuando la señal deseada no está presente en dicho por lo menos un punto de transmisión, o cuando no está presente ninguna señal deseada a transmitir en dicho por lo menos un punto de transmisión, la otra señal es transmitida mediante dicho por lo menos un punto de transmisión como dicha por lo menos una señal de interferencia en dichos uno o varios TFREs del IMR. La otra señal no está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por ningún nodo 540, 550 servido por el nodo de transmisión 560. En algunas realizaciones, la otra señal se transmite en TFREs de dicho IMR en los que no se transmite la señal deseada. Alternativa o adicionalmente, la otra señal puede ser transmitida en TFREs de dicho IMR en los que no se transmite ninguna señal deseada. La otra señal se silencia en los TFREs de dicho IMR en los que se transmite la señal deseada.

55 En una alternativa, en la etapa 910, el nodo de transmisión 560 determina un recurso de medición de interferencia, IMR. El IMR comprende un conjunto de elementos de recurso de tiempo-frecuencia, TFREs, sobre el que se espera que el nodo de transmisión transmita interferencia. No está prescrita la transmisión en los TFREs de ninguna señal que esté destinada a ser descodificada o medida coherentemente por ningún nodo 540, 550 servido por el nodo de transmisión 560. En otras palabras, no está prescrita, por ejemplo por la red o según algún estándar, la transmisión en los TFREs del IMR de una señal deseada que esté destinada a ser descodificada o medida coherentemente

mediante por lo menos uno de los nodos de recepción 540, 550 servidos por dicho nodo de transmisión 560. En algunas realizaciones, se puede esperar que el nodo de recepción 540 mida la interferencia en el IMR.

Según la alternativa, en la etapa 930 el nodo de transmisión 560 transmite por lo menos una señal de interferencia en el IMR. Dicha por lo menos una señal de interferencia comprende por lo menos una de una señal deseada y otra señal. La señal deseada está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por el nodo de recepción 540 u otro nodo 550 servido por dicho nodo de transmisión 560. La otra señal no está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por ningún nodo 540, 550 servido por el nodo de transmisión 560. En algunas realizaciones, la otra señal se transmite en TFREs de dicho IMR en los que no se transmite la señal deseada. Alternativa o adicionalmente, la otra señal puede ser transmitida en TFREs de dicho IMR en los que no se transmite ninguna señal deseada. La otra señal se silencia en los TFREs de dicho IMR en los que se transmite la señal deseada.

Por lo menos en algunas realizaciones, el nodo de transmisión 560 puede estar configurado para seleccionar, momentáneamente para una subtrama a transmitir, si transmitir la señal deseada u otra señal en dichos uno o varios TFREs del IMR.

Por lo menos en algunas realizaciones, la señal deseada puede ser una señal destinada a ser descodificada por el nodo de recepción 540 u otro nodo 550 servido por dicho nodo de transmisión 560. En un ejemplo acorde con dichas realizaciones, la señal deseada es una señal de datos transmitida en el canal físico compartido de enlace descendente.

En algunas realizaciones, dicho por lo menos un punto de transmisión 510, 520, 530 puede comprender una composición de puntos de transmisión. La transmisión de por lo menos una señal de interferencia en la etapa 930 puede comprender entonces transmitir una respectiva señal de interferencia en el IMR desde cada punto de transmisión en la composición de puntos de transmisión. La composición de puntos de transmisión se puede seleccionar de tal modo que permita al nodo de recepción 540 medir la interferencia aplicable a, por lo menos, una hipótesis de transmisión para la que el nodo de recepción 540 va a notificar información del estado del canal, CSI, al nodo de transmisión 560. La selección de la composición de puntos de transmisión puede ser realizada por el nodo de transmisión 560. Alternativamente, en algunas realizaciones, la selección puede ser realizada por un nodo de control que coordina las transmisiones desde dicho por lo menos un punto de transmisión 510, 520, 530 con las transmisiones desde dicho por lo menos otro punto de transmisión controlado por otro nodo de transmisión en el sistema de comunicación inalámbrica 500, 600, 700.

La figura 9b representa una realización en la que el nodo de transmisión 560, además de llevar a cabo como antes las etapas 910 y 930, ordena al nodo de recepción 540, en una etapa 920, medir la interferencia en dicho IMR. Alternativa o adicionalmente, el nodo de recepción puede estar dispuesto para medir la interferencia en dicho IMR sin que el nodo de transmisión lo ordene explícitamente hacerlo. En una realización particular, el nodo de recepción puede estar preconfigurado para medir la interferencia en dicho IMR.

La figura 9c representa una realización en la que el nodo de transmisión 560, además de llevar a cabo las etapas según cualquiera de las realizaciones de las figuras 9a ó 9b determina, en una etapa 925, una firma espacial esperada de una transmisión de datos esperada al nodo de recepción 540 y, en una etapa 928, aplica dicha firma espacial esperada cuando transmite dicha por lo menos una señal de interferencia. En algunas realizaciones, la firma espacial esperada se puede determinar en base al estado de la memoria tampón respectiva y al histórico de notificaciones de CSI del nodo de recepción 540 y de por lo menos otro nodo de recepción 550 servido por el nodo de transmisión 560.

La figura 9d muestra una realización en la que las mediciones de interferencia realizadas según cualquiera de las reivindicaciones de las figuras 9a, 9b ó 9c se utilizan para adaptación de enlace, de un enlace de comunicación entre el nodo de transmisión 560 y el nodo de recepción 540. La adaptación de enlace se lleva a cabo como sigue:

En la etapa 940, el nodo de transmisión 560 recibe una notificación de información del estado del canal, CSI, desde el nodo de recepción 540. La notificación de CSI está basada, por lo menos en parte, en mediciones de interferencia llevadas a cabo por el nodo de recepción 540 en el IMR.

En la etapa 950, el nodo de transmisión 560 transmite una señal de datos o de control al nodo de recepción 540 utilizando una asignación de recursos y/o adaptación de enlace basadas, por lo menos en parte, en la notificación de CSI.

En cualquiera de las realizaciones presentadas anteriormente, el IMR puede estar configurado para coincidir con elementos de recurso de tiempo-frecuencia, TFREs, de una configuración de señal de referencia especificada por celda, CRS. En algunas de estas realizaciones, no se transmite ninguna CRS desde dicho por lo menos un punto de transmisión 520, 530 de los TFREs de la configuración de CRS. En estas realizaciones, la CRS puede ser transmitida desde un punto de transmisión vecino 510 en los TFREs de la configuración de CRS, y las transmisiones desde dicho por lo menos un punto de transmisión 520, 530 se pueden coordinar con otras transmisiones procedentes del punto de transmisión vecino 510. En algunas realizaciones, se puede aplicar transmisión de coordinación multipunto para coordinar las transmisiones.

Alternativa o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones presentadas anteriormente, el IMR puede estar configurado para estar cubierto por, solapar o coincidir con elementos de recurso de tiempo-frecuencia, TFREs, de una configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS, aplicada para el nodo de recepción 540. A continuación, puede ser necesario que el nodo de recepción 540 anule el impacto de la CSI-RS cuando lleva a cabo la medición de interferencia.

Alternativa o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones presentadas anteriormente, el IMR puede estar configurado para estar cubierto por, solapar o coincidir con elementos de recurso de tiempo-frecuencia, TFREs, de una configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS, de potencia cero aplicada para el nodo de recepción 540.

Además, en cualquiera de las realizaciones presentadas anteriormente, se puede transmitir otra señal deseada destinada a ser descodificada o medida coherentemente por cualquiera de los nodos 540, 550 servidos por el nodo de transmisión 560 en, por lo menos, un elemento de recurso de tiempo-frecuencia, TFRE, que está cubierto por, cubre, solapa con o coincide con el IMR, además de dicha por lo menos una señal de interferencia transmitida. A continuación puede ser necesario que el nodo de recepción 540 anule el impacto de la señal deseada adicional cuando lleva a cabo la medición de interferencia.

Además, en cualquiera de las realizaciones presentadas anteriormente, dicha por lo menos una señal de interferencia transmitida puede ser una señal isótropa.

Además, en cualquiera de las realizaciones presentadas anteriormente, el IMR determinado en la etapa 910 puede ser un subconjunto de un conjunto de TFREs sobre los que el nodo de recepción 540 está configurado para no esperar transmisiones de datos desde ninguno de dicho por lo menos un punto de transmisión 510, 520, 530. En alguna de estas realizaciones, el conjunto de TFREs puede ser un conjunto de configuraciones de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS, de potencia cero.

Las figuras 10a-b muestran dispositivos configurados para ejecutar los procedimientos descritos anteriormente en relación con las figuras 9a-d.

La figura 10a muestra un nodo de transmisión 560, 1000 para permitir que un nodo de recepción 540 lleve a cabo mediciones de interferencia. El nodo de transmisión 560, 1000 permite que el nodo de recepción lleve a cabo mediciones de interferencia transmitiendo una señal de interferencia. El nodo de transmisión 560, 1000 está configurado para ser conectable a circuitos de radio 1010 comprendidos en por lo menos un punto de transmisión 510, 520, 530 para comunicar con el nodo de recepción 540 en el sistema de comunicaciones inalámbricas 500, 600, 700. Las recepciones en el nodo de recepción 540 pueden estar sujetas a interferencia provocada por transmisiones desde dicho por lo menos un punto de transmisión 510, 520, 530.

El nodo de transmisión 560, 1000 comprende circuitos de procesamiento 1020. Los circuitos de procesamiento 1020 en están configurados para determinar un recurso de medición de interferencia, IMR. El IMR comprende un conjunto de elementos de recurso de tiempo-frecuencia, TFREs, sobre el que se espera que el nodo de transmisión transmita interferencia. En algunas realizaciones, se puede esperar que el nodo de recepción 540 mida la interferencia en el IMR. Los circuitos de procesamiento 1020 están configurados además para transmitir, como dicha interferencia, mediante dicho por lo menos un punto de transmisión 510, 520, 530, por lo menos una señal de interferencia en dicho IMR. Dicha por lo menos una señal de interferencia transmitida provoca por lo tanto la interferencia que se espera que el nodo de transmisión 560, 1000 transmita en el IMR. Dicha por lo menos una señal de interferencia comprende por lo menos una de una señal deseada y otra señal. La señal deseada está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por el nodo de recepción 540 u otro nodo 550 servido por dicho nodo de transmisión 560, 1000. El nodo de transmisión 560, 1000 puede estar configurado para sustituir dicha otra señal por la señal deseada en uno o varios TFREs del IMR cuando la señal deseada está presente. En otras palabras, el nodo de transmisión 560, 1000 puede estar configurado para transmitir la señal deseada en lugar de la otra señal, como dicha por lo menos una señal de interferencia, en uno o varios TFREs del IMR, cuando la señal deseada está presente en dicho por lo menos un punto de transmisión 510, 520, 530 para ser transmitida al nodo de recepción 540 o al otro nodo 550 servido por dicho nodo de transmisión 560. Cuando la señal deseada no está presente en dicho por lo menos un punto de transmisión 510, 520, 530, o cuando no está presente ninguna señal deseada a transmitir en dicho por lo menos un punto de transmisión 510, 520, 530, la otra señal es transmitida mediante dicho por lo menos un punto de transmisión como dicha por lo menos una señal de interferencia en dichos uno o varios TFREs del IMR. La otra señal no está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por ningún nodo 540, 550 servido por el nodo de transmisión 560, 1000. En algunas realizaciones, los circuitos de procesamiento 1020 están configurados para transmitir la otra señal en TFREs de dicho IMR en los que no se transmite la señal deseada. Alternativa o adicionalmente, los circuitos de procesamiento 1020 pueden estar configurados para transmitir la otra señal en TFREs de dicho IMR en los que no se transmite ninguna señal deseada. Los circuitos de procesamiento 1020 están configurados para silenciar la otra señal en TFREs de dicho IMR en los que se transmite la señal deseada.

En una alternativa, no está prescrita la transmisión en los TFREs del IMR de ninguna señal que esté destinada a ser descodificada o medida coherentemente mediante cualquier nodo 540, 550 servido por el nodo de transmisión 560,

1000. En otras palabras, según la alternativa no está prescrita, por ejemplo por la red o según algún estándar, la transmisión en los TFREs del IMR de una señal deseada que esté destinada a ser descodificada o medida coherentemente mediante por lo menos uno de los nodos de recepción 540, 550 servidos por dicho nodo de transmisión 560.

- 5 Por lo menos en algunas realizaciones, el nodo de transmisión 560, 1000 puede estar configurado para seleccionar, momentáneamente para una subtrama a transmitir, si transmitir la señal deseada u otra señal en dichos uno o varios TFREs del IMR.

10 Por lo menos en algunas realizaciones, la señal deseada puede ser una señal destinada a ser descodificada por el nodo de recepción 540 u otro nodo 550 servido por dicho nodo de transmisión 560. En un ejemplo acorde con dichas realizaciones, la señal deseada es una señal de datos transmitida en el canal físico compartido de enlace descendente.

15 En algunas realizaciones, los circuitos de procesamiento 1020 pueden estar configurados además para recibir, mediante dicho por lo menos un punto de transmisión 510, 520, 530, una notificación de información del estado del canal, CSI, desde el nodo de recepción 540. La notificación de CSI puede estar basada, por lo menos en parte, en mediciones de interferencia realizadas por el nodo de recepción 540 en dicho IMR. Además, los circuitos de procesamiento 1020 pueden estar configurados para transmitir, mediante dicho por lo menos un punto de transmisión 510, 520, 530, una señal de datos o de control a dicho nodo de recepción 540 utilizando una asignación de recursos y/o adaptación de enlace basadas, por lo menos en parte, en una notificación de CSI.

20 En otras realizaciones, los circuitos de procesamiento 1020 pueden estar configurados además para ordenar, mediante dicho por lo menos un punto de transmisión 510, 520, 530, al nodo de recepción 540 medir la interferencia en dicho IMR.

La figura 10b muestra detalles de una posible implementación de circuitos de procesamiento 1020.

La figura 11a muestra un nodo de recepción 1100 que puede llevar a cabo mediciones de interferencia de acuerdo con el procedimiento llevado a cabo en el nodo de transmisión 1000.

25 La figura 11b muestra detalles de una posible implementación de circuitos de procesamiento 1120 del nodo de recepción 1100.

En algunas realizaciones, el procedimiento llevado a cabo en un eNodoB implica

- 1) Determinar para un primer UE un primer recurso de medición de interferencia para una medición de interferencia específica.
- 30 2) Transmitir por lo menos una señal de interferencia, sobre un canal efectivo, en elementos de recurso de tiempo/frecuencia asociados con dicho recurso de medición de interferencia específico, donde dicha señal de interferencia es independiente de señalización de datos/control.
- 3) Recibir desde dicho primer UE una notificación de CSI (que se espera esté) basada, por lo menos en parte, en mediciones de interferencia en dicho recurso de medición de interferencia.
- 35 4) Transmitir una señal de datos o de control, cuya asignación de recursos y/o adaptación de enlace correspondiente esté basada, por lo menos en parte, en dicha notificación de CSI.

40 En este caso, un canal efectivo incluye el canal de propagación radioeléctrica así como ganancias de antena de recepción y transmisión. Además, un canal efectivo puede involucrar múltiples antenas de recepción y/o transmisión, y puede incluir además cualquier virtualización de las antenas (es decir, transformaciones lineales de señales a transmitir en múltiples antenas de transmisión). Por lo tanto, un caso especial de la etapa 2) anterior es transmitir la señal de interferencia específica desde todas las antenas de un punto de transmisión específico. Potencialmente, una segunda señal de interferencia (en el mismo IMR) puede ser transmitida asimismo desde las antenas de un segundo punto de transmisión, y así sucesivamente.

45 Una realización especial, en la que el IMR se interpreta como un recurso de CRS, es en un despliegue heterogéneo en el que por lo menos un pico-nodo comparte el mismo ID de celda a que un macro-nodo cuya área de cobertura solapa, por lo menos parcialmente, con el área de cobertura del pico-nodo. Con este despliegue particular, los pico y macro-nodos compartirán las mismas posiciones de elementos de recurso de CRS (de hecho, se compartirá también la misma secuencia de CRS). Por lo tanto, con esta configuración, la transmisión de datos está siempre adaptada en velocidad (por ejemplo, silenciada) en torno a los TFREs asociados con la CRS, y por lo tanto los UEs servidos por
50 la celda compartida no medirán ninguna interferencia a partir de los nodos que comparten la celda 10 (suponiendo que lleven a cabo la medición de interferencia en posiciones de CRS). De este modo, transmitiendo activamente una señal de interferencia desde por lo menos uno de los puntos de transmisión (por ejemplo, uno de los pico-nodos) en los TFREs de la CRS, un terminal LTE de las versiones 8 a 10 notificará la CSI correspondiente a la interferencia actual desde dicho por lo menos un punto de transmisión. Esto es particularmente interesante si la CRS se transmite

- solamente desde el macro-nodo, mientras que los pico-nodos silencian la CRS, y actúan exactamente como amplificadores del rendimiento para terminales de la versión 11 y superiores, utilizando modos de transmisión que no dependen de la CRS. Por lo tanto, los terminales de las versiones 8 a 10 que conectan con el macro seguirán midiendo una interferencia relevante, debido a las señales de interferencia transmitidas desde los pico-nodos en las posiciones CRS.
- En otra realización, la de terminación de la etapa 1) comprende configurar, por ejemplo por medio de mensajes de control de recursos radioeléctricos, dicho primer UE para que lleve a cabo dicha medición de interferencia específica en un recurso de medición de interferencia seleccionado por el eNodeB.
- Ésta será la implementación habitual para terminales LTE versión 11 y superiores, donde el IMR será configurable.
- En otra realización, el eNodeB configura asimismo un segundo UE para recepciones de datos que se silencian en dicho recurso específico de medición de interferencia.
- Esta realización refleja que configurando silenciamiento para todos los terminales en un IMR o en la unión de múltiples IMRs, la red puede entonces tomar el pleno control de la interferencia observada en el IMR o IMRs independientemente de la planificación y de las transmisiones de datos.
- En una realización, dicha señal de interferencia es una señal isotrópica. En este contexto, una señal isotrópica se refiere a una señal que excita todas las dimensiones de un canal efectivo.
- Transmitiendo una señal de interferencia isotrópica (es decir, espacialmente blanca, no correlacionada) no se impone ningún sesgo espacial en ninguna dirección sobre la señal de interferencia, lo que impide que el UE realice hipótesis particulares de supresión de interferencia, de interferencia de bajo nivel en la notificación de CSI (por ejemplo, en los algoritmos de supresión de interferencia).
- En otra realización, el eNodeB, determina además una firma espacial esperada de una subsiguiente transmisión de datos, y aplica dicha firma espacial esperada a dicha señal de interferencia.
- Dicha firma espacial podría ser selectiva en ancho de banda o en frecuencia. Si el eNodeB puede predecir las características espaciales (por ejemplo, formación del haz o direcciones de precodificación habituales) para transmisiones de datos subsiguientes, es beneficioso imponer las mismas características en la señal de interferencia, dado que esto permitirá que un UE pronostique mejor el rendimiento real de la supresión de interferencia en la notificación de CSI, y por lo tanto permite una adaptación de enlace más precisa en el eNodeB.
- En una realización de este tipo, el eNodeB determina dicha firma espacial esperada en base a los estados de memoria tampón de UEs conectados y a los históricos de notificaciones de CSI desde dichos UEs conectados.
- En una segunda realización de este tipo, el eNodeB excluye los puntos de transmisión no principales (por ejemplo, los que no son más fuertes) que participan en una transmisión conjunta a un UE a partir de la firma espacial.
- Esta realización garantiza que la señal de transmisión procedente de un punto de transmisión no de servicio, que participa en una transmisión conjunta, no se tenga en cuenta como interferencia en la subsiguiente notificación de CSI procedente del UE objetivo.
- En otra realización, dicha señal de interferencia se construye de manera que tenga la misma firma espacial que una transmisión actual (o anterior) de datos y/o de control.
- En una realización de este tipo, la señal de interferencia se silencia en los elementos de recurso asociados, en RBs en los que no hay asignaciones de datos actuales para transmitir sobre dicho canal efectivo.
- Esto provocará, de manera efectiva, que el UE mida una interferencia correspondiente a una transmisión de datos, pero sin las limitaciones de colisiones con datos regulares.
- Dichas realizaciones pueden ser beneficiosas cuando las planificaciones de diferentes puntos de transmisión estén coordinadas sólo parcialmente; por ejemplo, cuando se priorizan bloques de recursos específicos (en tiempo y/o frecuencia) para transmisiones desde un nodo específico (pero pueden ser utilizadas por otros nodos cuando la necesidad del recurso es lo suficientemente importante). En dichos escenarios de coordinación limitada, puede habitualmente no haber un planificador conjunto (central) que se beneficie de tener estimaciones de interferencia de tipo activas/inactivas. En cambio, habitualmente es más beneficioso permitir que la medición de interferencia se vea sesgada por la carga actual del sistema. Por ejemplo, un IMR se podría configurar para capturar la interferencia desde datos correspondientes a bloques de recurso priorizados, y otro IMR se podría configurar para capturar la interferencia correspondiente a interferencia de datos en RB no priorizados.
- En otra realización, dicha señal de interferencia se construye de manera que tenga una firma espacial que es una combinación lineal de las firmas espaciales de transmisión de datos y/o de control actual y anterior.

En una realización de este tipo, la señal de interferencia se silencia en los elementos de recurso asociados, en RBs en los que no hay asignaciones de datos actuales para transmitir sobre dicho canal efectivo.

- 5 La invención da a conocer una solución para construir libremente la composición de interferencia de un IMR sin ninguna limitación impuesta por las configuraciones de silenciamiento específicas por UE. Además, las mediciones de interferencia se pueden realizar para que reflejen mejor el rendimiento cuando existe interferencia intra-grupo presente sin la imposición de ningún sesgo variando la carga de tráfico en el sistema.

Esto se traducirá en adaptación de enlace y eficiencia espectral mejoradas en el sistema inalámbrico.

Cuando se utilizan las expresiones "comprende" o "que comprende", éstas se deberán interpretar de manera no limitativa, es decir con el significado de "consiste por lo menos en".

- 10 La presente invención no se limita a las realizaciones preferidas descritas anteriormente. Pueden ser utilizadas diversas alternativas, modificaciones y equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento en un nodo de transmisión (560) para permitir a un nodo de recepción (540) llevar a cabo mediciones de interferencia provocada por transmisiones desde por lo menos un punto de transmisión (510, 520, 530) controlado por el nodo de transmisión (560), sobre las recepciones en el nodo de recepción (540), estando comprendidos los nodos de transmisión y recepción (560, 540) en un sistema de comunicaciones inalámbricas (500, 600, 700), comprendiendo el procedimiento:
5 determinar (910) un recurso de medición de interferencia, IMR, que comprende un conjunto de elementos de recurso de tiempo-frecuencia, TFREs, sobre los que se espera que el nodo de transmisión transmita interferencia; y
10 transmitir (930) por lo menos una señal de interferencia en dicho IMR, como dicha interferencia, en el que dicha por lo menos una señal de interferencia comprende una señal deseada, que está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por el nodo de recepción (540) u otro nodo (550) servido por dicho nodo de transmisión (560),
15 estando el procedimiento caracterizado por que dicha por lo menos una señal de interferencia comprende además otra señal, que no está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por ningún nodo (540, 550) servido por dicho nodo de transmisión (560), en el que la señal deseada es transmitida en lugar de otra señal, como dicha por lo menos una señal de interferencia en dichos uno o varios TFREs del IMR cuando dicho por lo menos un punto de transmisión va a transmitir la señal deseada al nodo de recepción (540) o al otro nodo (550) servido por dicho nodo de transmisión (560), y en el que la otra señal se transmite en TFREs de dicho IMR en los que no se transmite ninguna señal deseada y en el que la otra señal se silencia en TFREs de dicho IMR en los que se transmite la señal deseada.
20 2. El procedimiento según la reivindicación anterior, que comprende además seleccionar, para una subtrama a transmitir, si transmitir la señal deseada u otra señal en dichos uno o varios TFREs del IMR.
3. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se espera que la señal deseada sea descodificada por el nodo de recepción (540) u otro nodo (550) servido por dicho nodo de transmisión (560).
25 4. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la señal deseada es una señal de datos transmitida en el canal físico compartido de enlace descendente.
5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las transmisiones desde diferentes puntos de transmisión (510, 520, 530) están coordinadas para controlar la interferencia y/o mejorar la calidad de la señal recibida en el sistema de comunicaciones inalámbricas (500, 600, 700).
30 6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las mediciones de interferencia son utilizadas para adaptación de enlace, de un enlace de comunicación entre el nodo de transmisión (560) y el nodo de recepción (540), comprendiendo el procedimiento las etapas adicionales de:
recibir (940) una notificación de información del estado del canal, CSI desde el nodo de recepción (540), en el que la notificación de CSI está basada, por lo menos en parte, en mediciones de interferencia llevadas a cabo por el nodo de recepción (540) en dicho IMR;
35 transmitir (950) una señal de datos o de control a dicho nodo de recepción (540) utilizando una asignación de recursos y/o adaptación de enlace basadas, por lo menos en parte, en dicha notificación de CSI.
7. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además la etapa adicional de:
40 ordenar (920) al nodo de recepción (540) medir la interferencia en dicho IMR.
8. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho por lo menos un punto de transmisión (510, 520, 530) comprende una composición de puntos de transmisión y en el que transmitir dicha por lo menos una señal de interferencia comprende transmitir una respectiva señal de interferencia en dicho IMR desde cada punto de transmisión en dicha composición de puntos de transmisión.
45 9. El procedimiento según la reivindicación anterior, en el que dicha composición de puntos de transmisión se selecciona de tal modo que permite al nodo de recepción (540) medir la interferencia aplicable a por lo menos una hipótesis de transmisión para la que el nodo de recepción (540) va a notificar información del estado del canal, CSI, al nodo de transmisión (560).
10. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 y 9, en el que dicha composición de puntos de transmisión es seleccionada por el nodo de transmisión (560).
50 11. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 y 9, en el que dicha composición de puntos de transmisión es seleccionada por un nodo de control que coordina transmisiones desde dicho por lo menos un punto

de transmisión (510, 520, 530) con transmisiones desde por lo menos otro punto de transmisión controlado por otro nodo de transmisión en dicho sistema de comunicación inalámbrica (500, 600, 700).

12. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el IMR coincide con elementos de recurso de tiempo-frecuencia, TFREs, de una configuración de señal de referencia específica por celda, CRS.

5 13. El procedimiento según la reivindicación anterior, en el que no se transmite ninguna CRS desde dicho por lo menos un punto de transmisión (510, 520, 530) en los TFREs de la configuración de CRS.

14. El procedimiento según la reivindicación anterior, en el que la CRS se transmite desde un punto de transmisión vecino en los TFREs de la configuración de CRS, y en el que las transmisiones desde dicho por lo menos un punto de transmisión (510, 520, 530) se coordinan con transmisiones desde el punto de transmisión vecino.

10 15. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el IMR está cubierto por elementos de recurso de tiempo-frecuencia, TFREs, de una configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS, aplicada para el nodo de recepción (540), y en el que el impacto de la CSI-RS debe ser anulado por el nodo de recepción (540) cuando lleva a cabo la medición de interferencia.

15 16. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el IMR está cubierto por elementos de recurso de tiempo-frecuencia, TFREs, de una configuración de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS, de potencia cero aplicada para el nodo de recepción (540).

20 17. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que otra señal deseada destinada a ser descodificada o medida coherentemente por cualquiera de los nodos (540, 550) servidos por dicho nodo de transmisión (560) es transmitida en por lo menos un elemento de recurso de tiempo-frecuencia, TFRE, que coincide con el IMR, además de dicha por lo menos una señal de interferencia transmitida, y en el que el impacto de la otra señal deseada debe ser anulado por el nodo de recepción (540) cuando lleva a cabo la medición de interferencia.

18. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha por lo menos una señal de interferencia transmitida es una señal isotropa.

19. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, que comprende además la etapa de:

25 determinar (925) una firma espacial esperada de una transmisión de datos esperada para el nodo de recepción (540);

aplicar (928) dicha firma espacial esperada cuando se transmite dicha por lo menos una señal de interferencia.

30 20. El procedimiento según la reivindicación anterior, en el que dicha firma espacial esperada se determina en base al estado de la memoria tampón respectiva y al histórico de notificaciones de CSI del nodo de recepción (540) y de dicho por lo menos otro nodo de recepción (550) servido por el nodo de transmisión (560).

21. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho IMR determinado es un subconjunto de un conjunto de TFREs sobre el que dicho nodo de recepción (540) está configurado para no esperar transmisiones de datos desde ninguno de dicho por lo menos un punto de transmisión (510, 520, 530).

35 22. El procedimiento según la reivindicación anterior, en el que dicho conjunto de TFREs es un conjunto de configuraciones de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS, de potencia cero.

23. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho IMR determinado aplica a cualquier nodo de recepción (540, 550) servido por el nodo de transmisión (560).

40 24. Un nodo de transmisión (560, 1000) para permitir a un nodo de recepción (540) llevar a cabo mediciones de interferencia, estando configurado el nodo de transmisión (560, 1000) para ser conectable a por lo menos un punto de transmisión (510, 520, 530) en un sistema de comunicaciones inalámbricas (500, 600, 700), en el que las recepciones en el nodo de recepción están sujetas a interferencia provocada por transmisiones desde dicho por lo menos un punto de transmisión (510, 520, 530), comprendiendo el nodo de transmisión (560, 1000):

45 circuitos de procesamiento (1020) configurados para determinar un recurso de medición de interferencia, IMR, comprendido en un conjunto de elementos de recurso de tiempo-frecuencia, TFREs, en el que se espera que el nodo de transmisión transmita interferencia, estando configurados además los circuitos de procesamiento (1020) para transmitir, como dicha interferencia, mediante dicho por lo menos un punto de transmisión (510, 520, 530), por lo menos una señal de interferencia en dicho IMR, en el que dicha por lo menos una señal de interferencia comprende una señal deseada, que está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por el nodo de recepción (540) u otro nodo (550) servido por dicho nodo de transmisión (560),

50 estando el nodo de transmisión (560, 1000) caracterizado por que dicha por lo menos una señal de interferencia comprende además otra señal, que no está destinada a ser descodificada o medida coherentemente por ningún nodo (540, 550) servido por dicho nodo de transmisión (560, 1000), estando configurados además los circuitos de

- procesamiento (1020) para transmitir la señal deseada en lugar de dicha otra señal, como dicha por lo menos una señal de interferencia en uno o varios TFREs del IMR cuando dicho por lo menos un punto de transmisión (510, 520, 530) debe transmitir la señal deseada al nodo de recepción (540) o al otro nodo (550) servido por dicho nodo de transmisión (560), estando configurados además los circuitos de procesamiento (1020) para transmitir la otra señal en TFREs de dicho IMR en los que no se transmite ninguna señal deseada y para silenciar la otra señal en TFREs de dicho IMR en los que se transmite la señal deseada.
- 5
25. El nodo de transmisión (560, 1000) según la reivindicación 24, en el que el nodo de transmisión (560, 1000) está configurado para utilizar las mediciones de interferencia para adaptación de enlace, de un enlace de comunicación entre el nodo de transmisión (560, 1000) y el nodo de recepción (540), estando los circuitos de procesamiento (1020) configurados además para:
- 10
- recibir, mediante dicho por lo menos un punto de transmisión (510, 520, 530), una notificación de información del estado del canal, CSI, desde el nodo de recepción (540), en el que la notificación de CSI está basada, por lo menos en parte, en mediciones de interferencia realizadas por el nodo de recepción (540) en dicho IMR; y
- 15
- transmitir, mediante dicho por lo menos un punto de transmisión (510, 520, 530), una señal de datos o de control a dicho nodo de recepción (540) utilizando una asignación de recursos y/o adaptación de enlace basadas, por lo menos en parte, en dicha notificación de CSI.
26. El nodo de transmisión (560, 1000) según cualquiera de las reivindicaciones 24 y 25, en el que los circuitos de procesamiento (1020) están configurados además para:
- 20
- ordenar, a través de dicho por lo menos un punto de transmisión (510, 520, 530), al nodo de recepción (540) medir la interferencia en dicho IMR.
27. El nodo de transmisión (560, 1000) según cualquiera de las reivindicaciones (24 a 26), en el que dicho por lo menos un punto de transmisión (560, 1000) comprende una composición de puntos de transmisión y en el que los circuitos de procesamiento (1020) están configurados para transmitir dicha por lo menos una señal de interferencia transmitiendo una respectiva señal de interferencia en dicho IMR por medio de cada punto de transmisión en dicha composición de puntos de transmisión.
- 25
28. El nodo de transmisión (560, 1000) según cualquiera de las reivindicaciones 24 a 27, en el que los circuitos de procesamiento (1020) están configurados para determinar dicho IMR como un subconjunto de un conjunto de TFREs sobre el que dicho nodo de recepción (540) está configurado para no esperar transmisiones de datos desde ninguno de dicho por lo menos un punto de transmisión (510, 520, 530).
- 30
29. El nodo de transmisión (560, 1000) según la reivindicación anterior, en el que dicho conjunto de TFREs es un conjunto de configuraciones de señal de referencia de información del estado del canal, CSI-RS, de potencia cero.

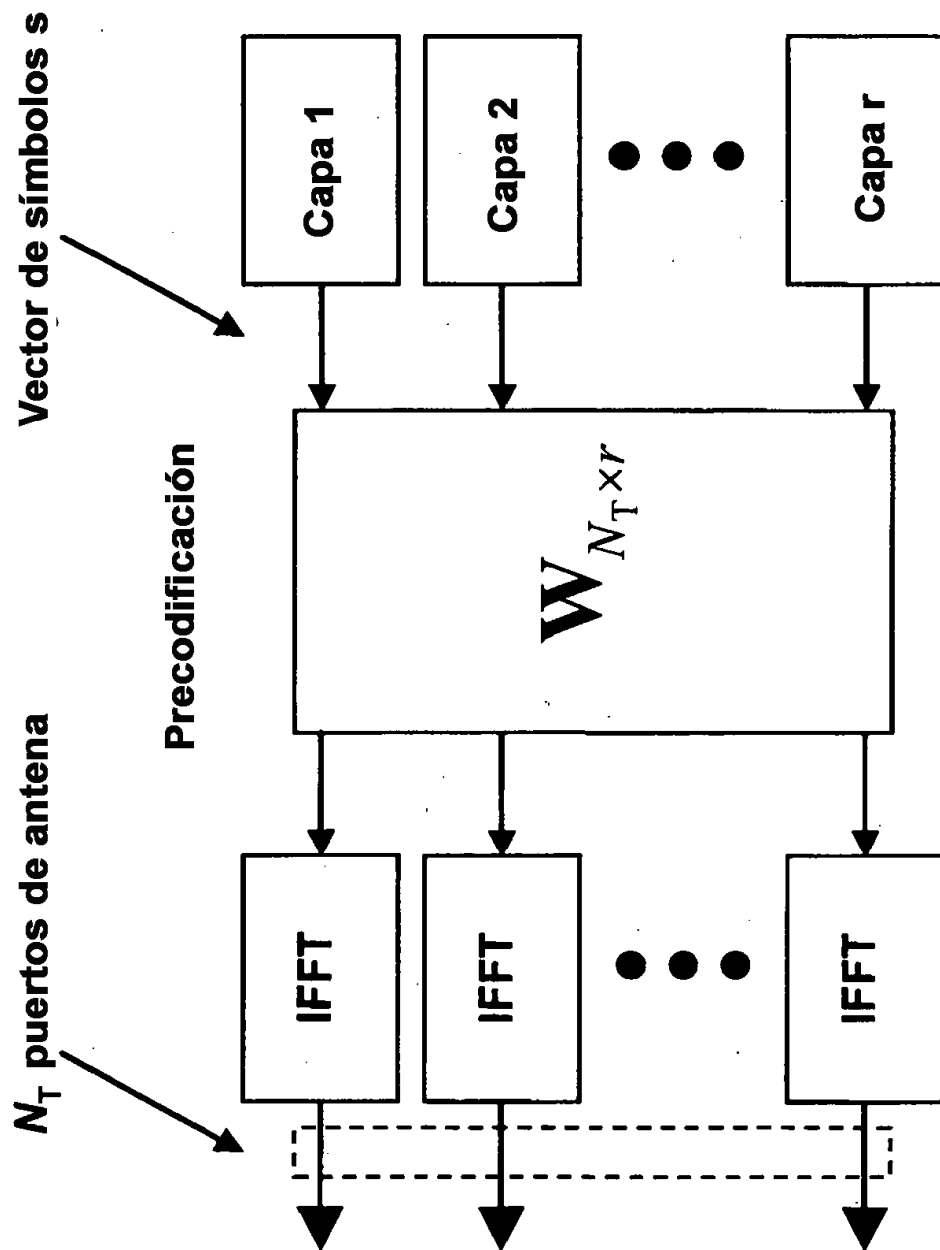


Figura 1

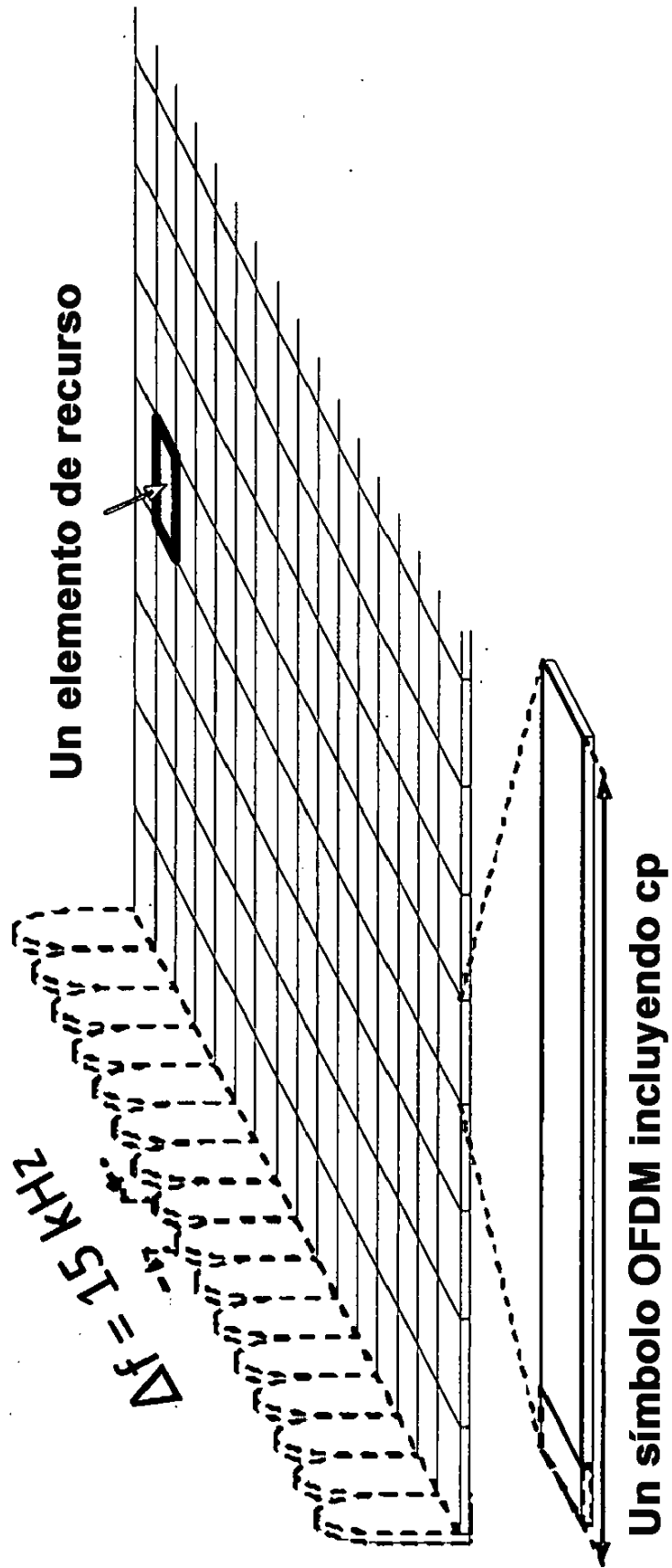


Figura 2

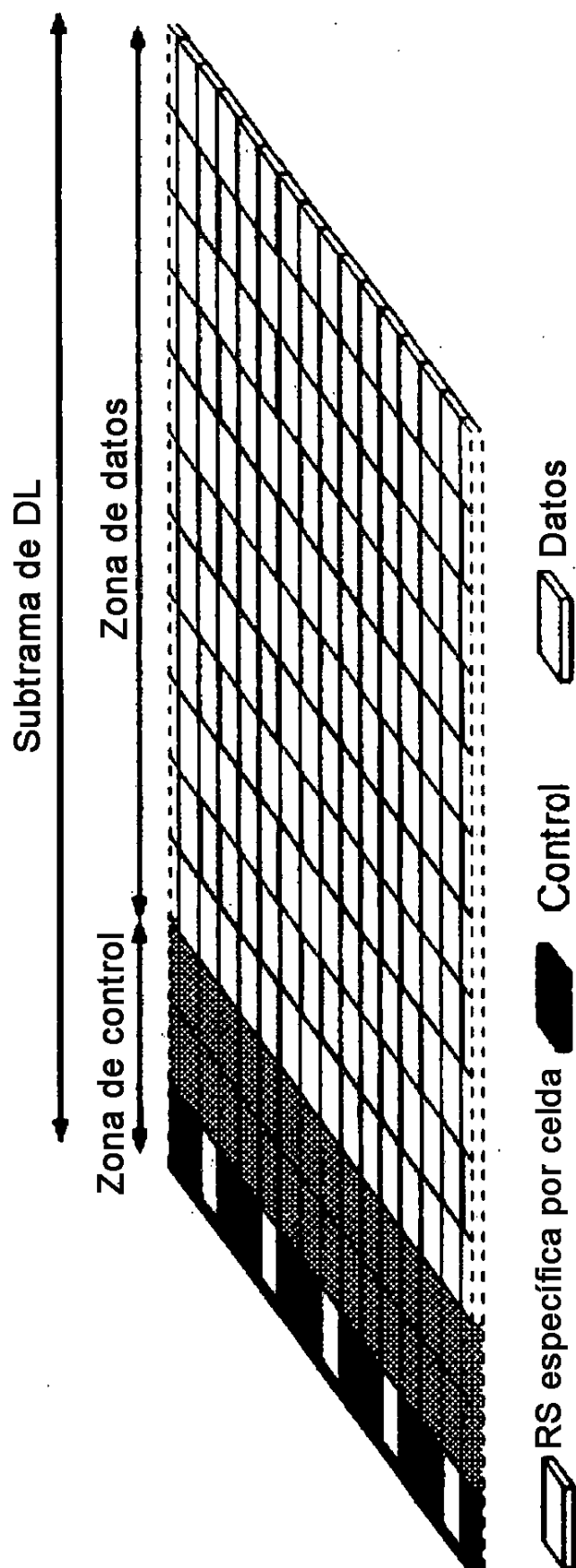


Figura 3

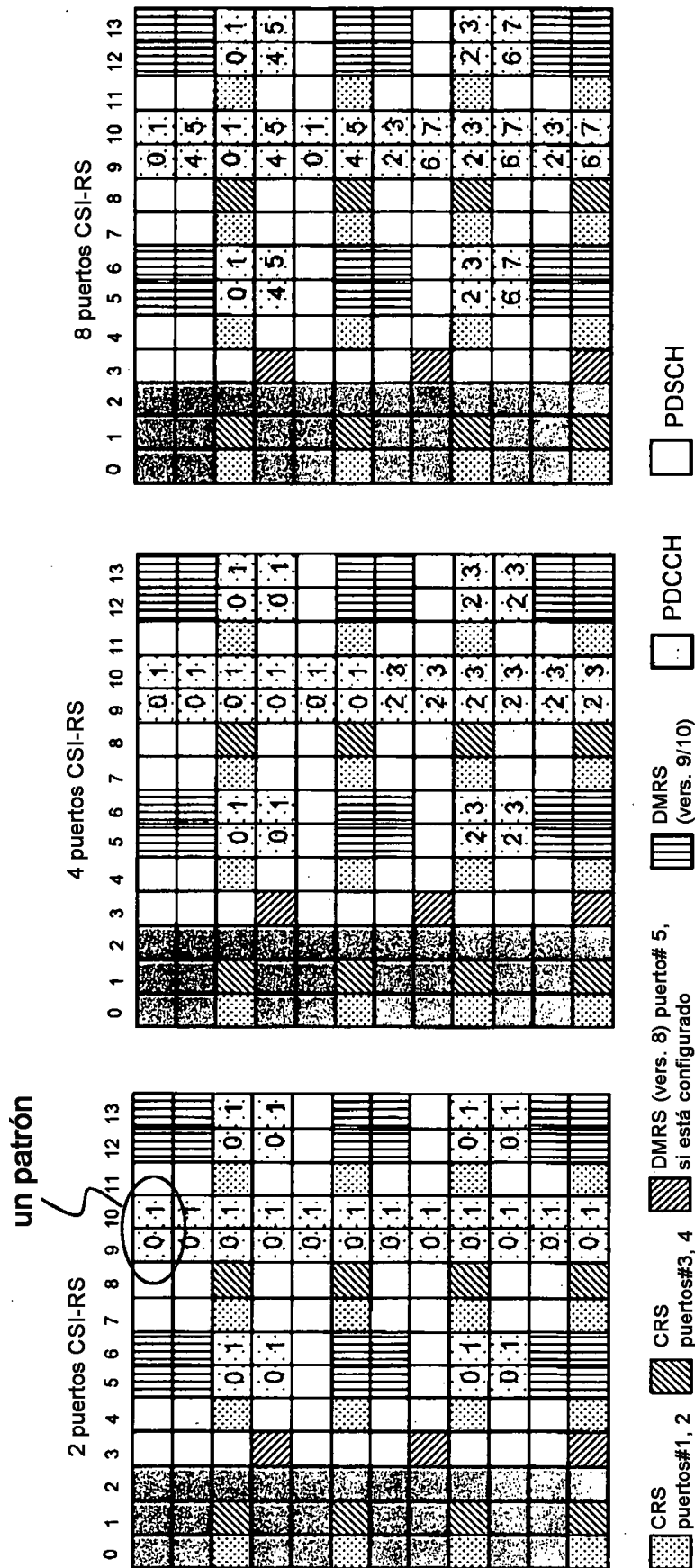


Figura 4

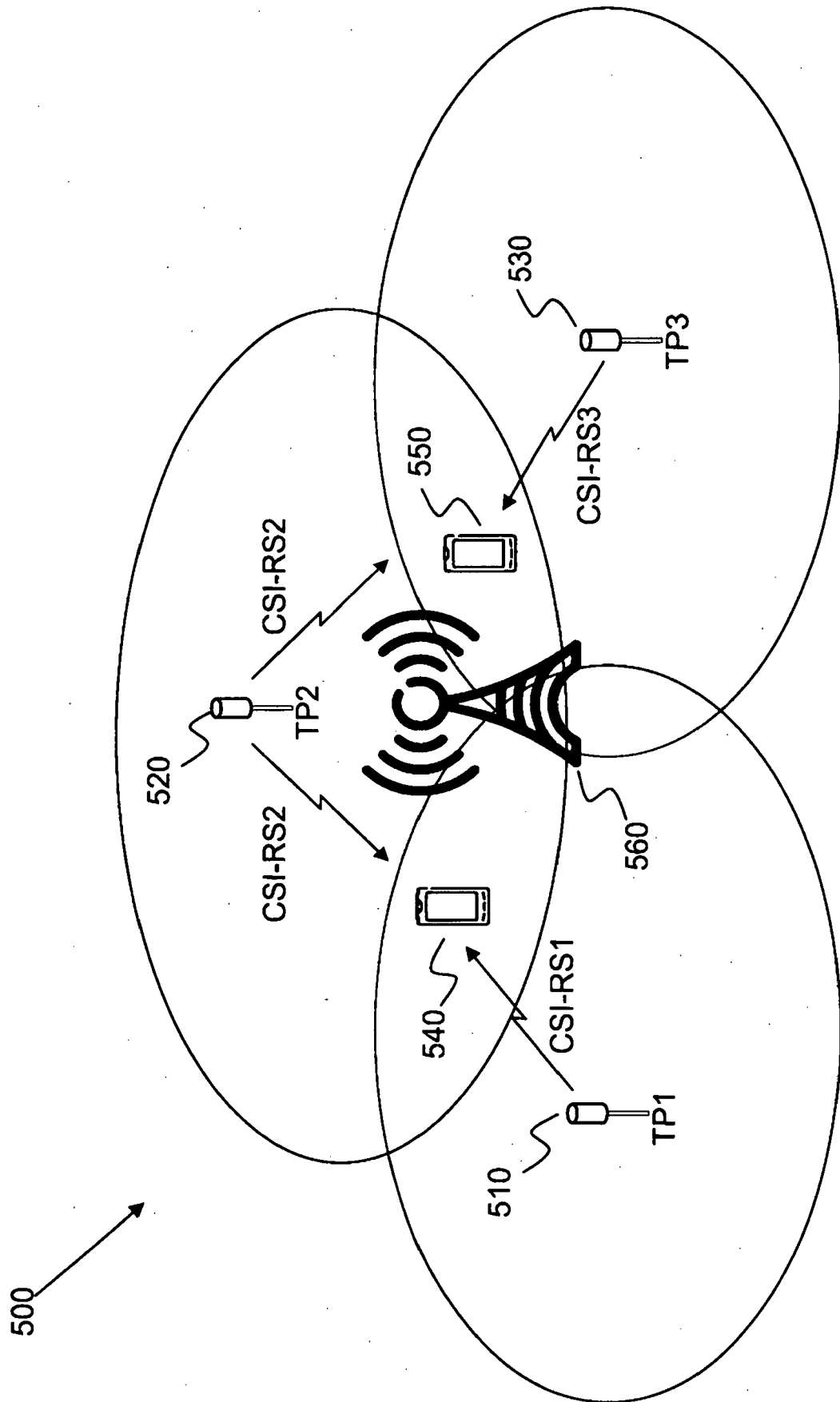


Figura 5

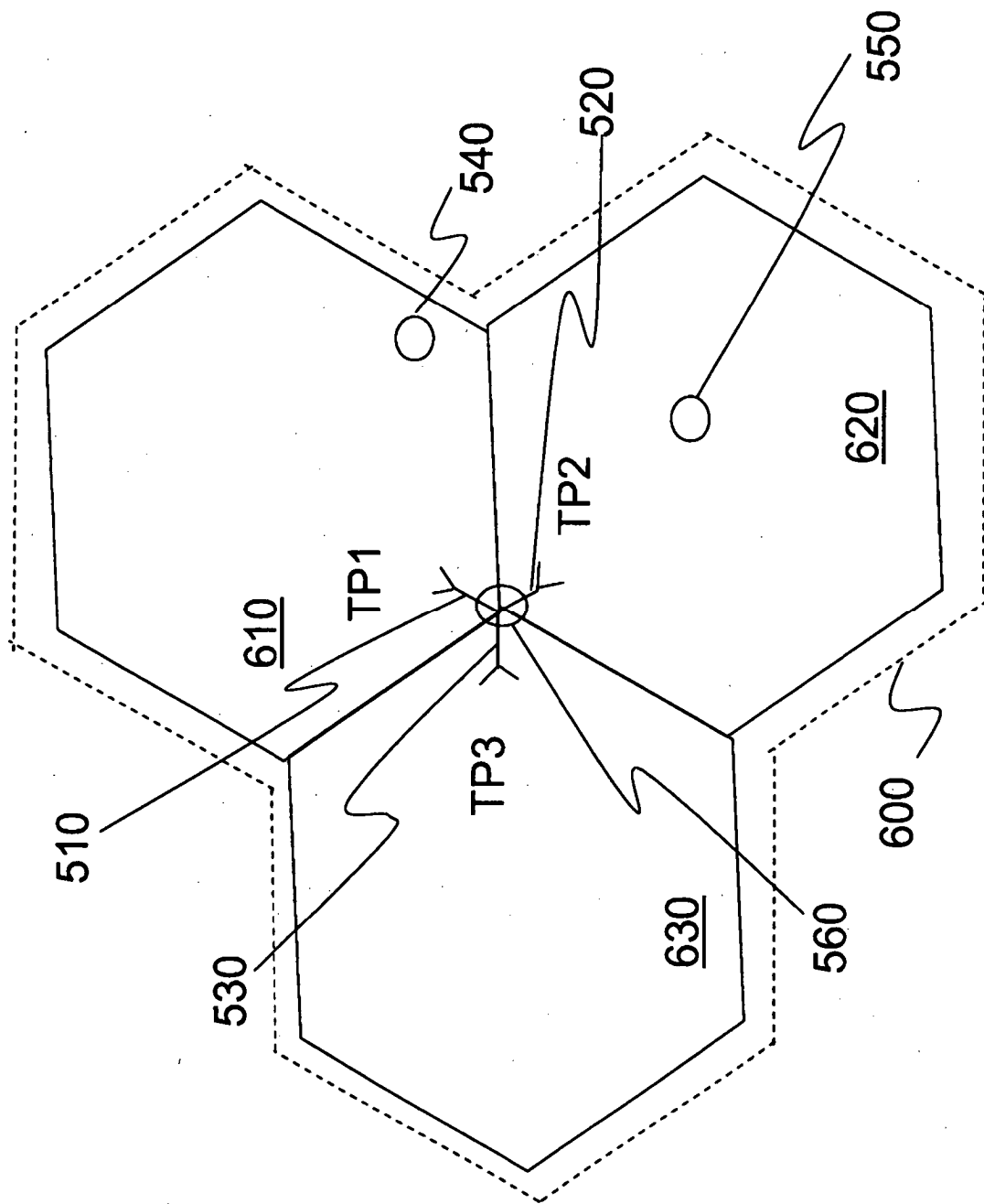


Figura 6

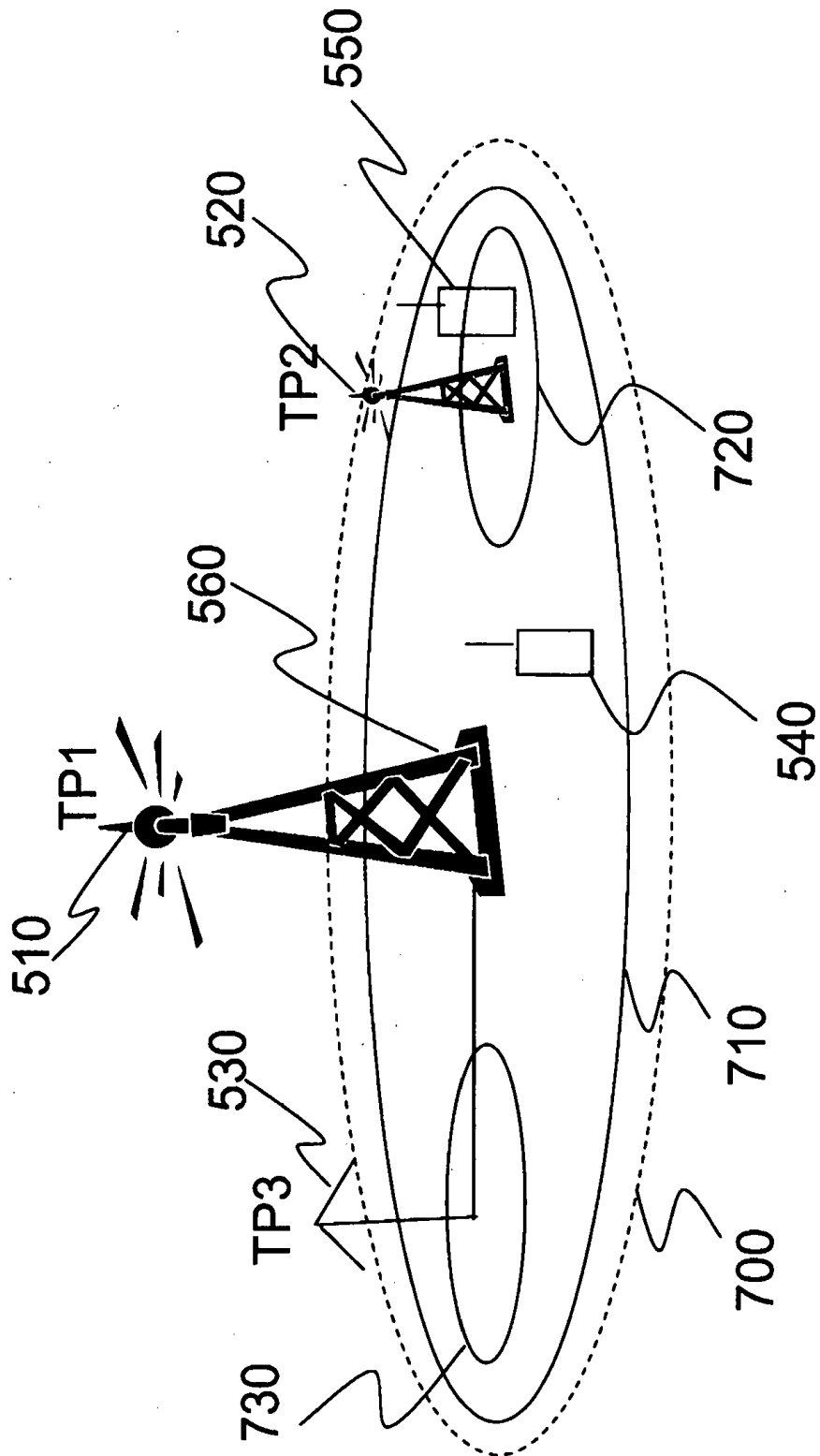


Figura 7

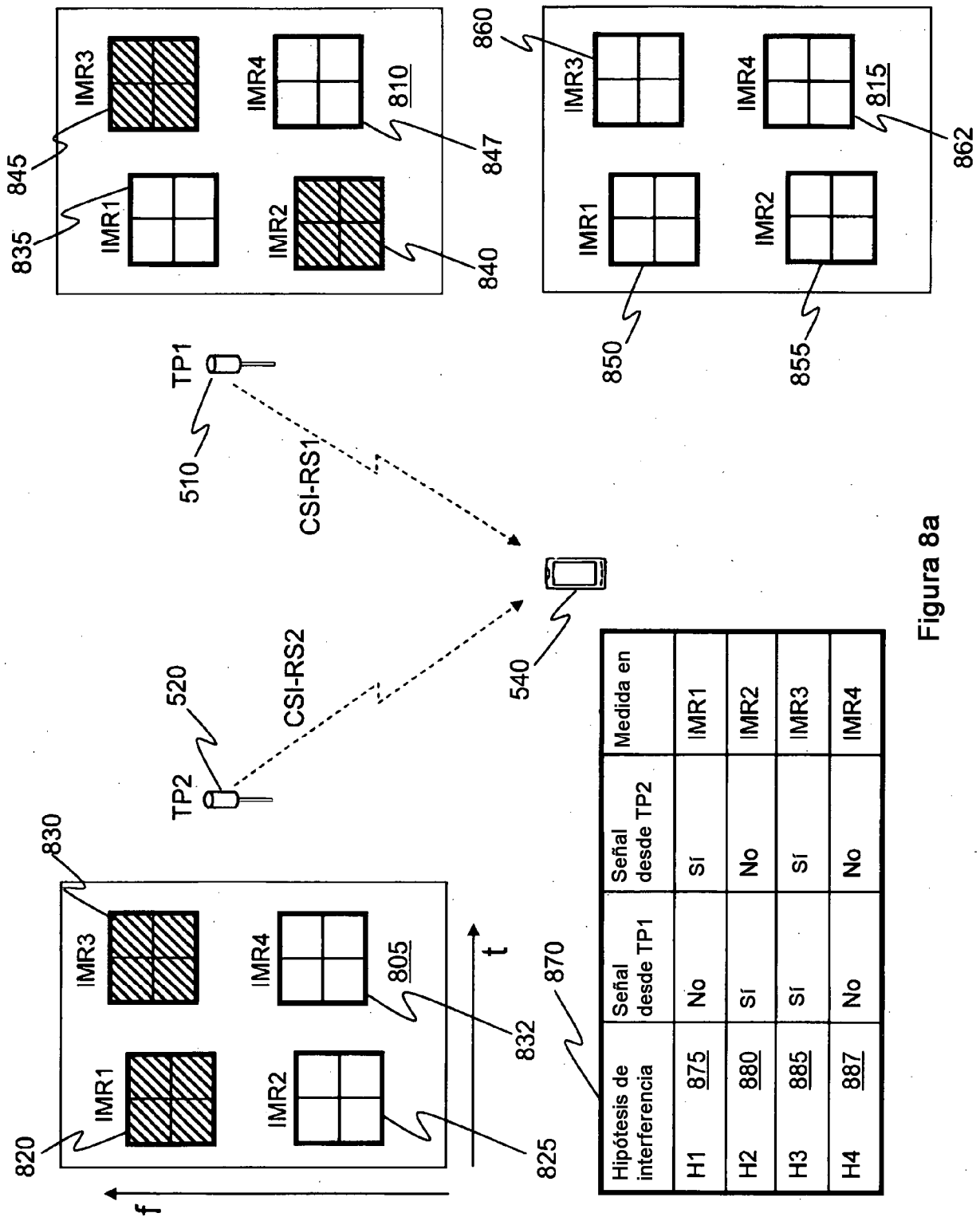


Figura 8a

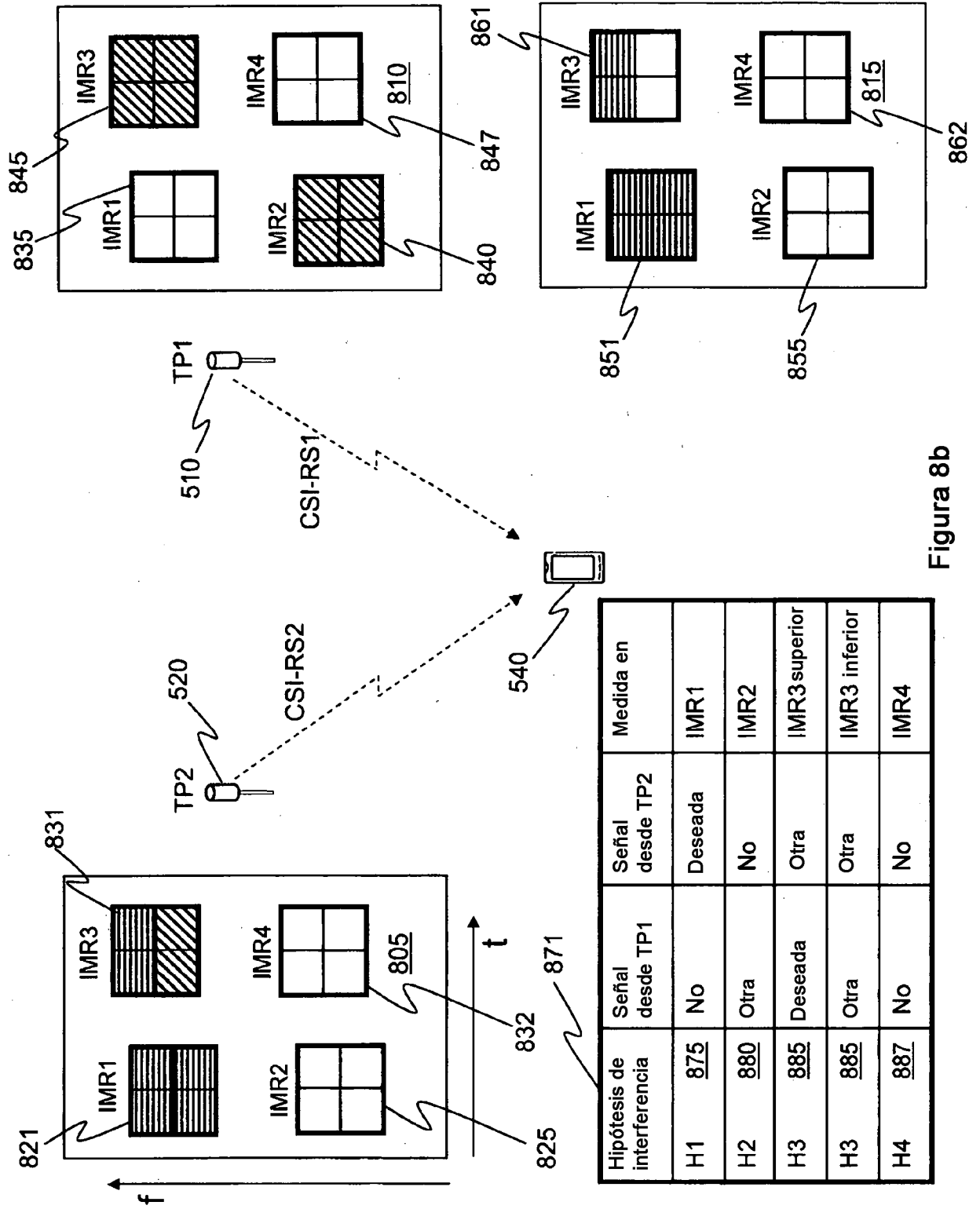


Figura 8b

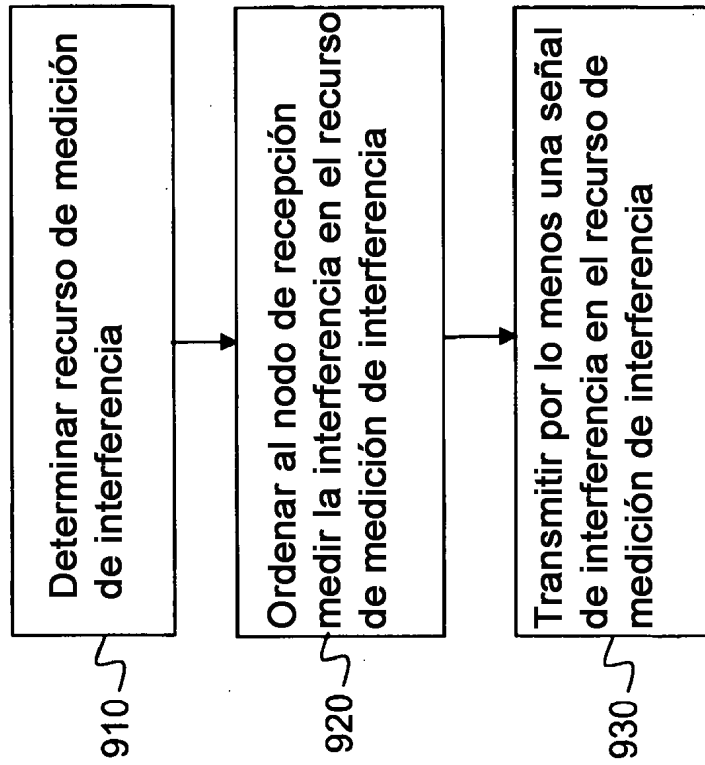


Figura 9b

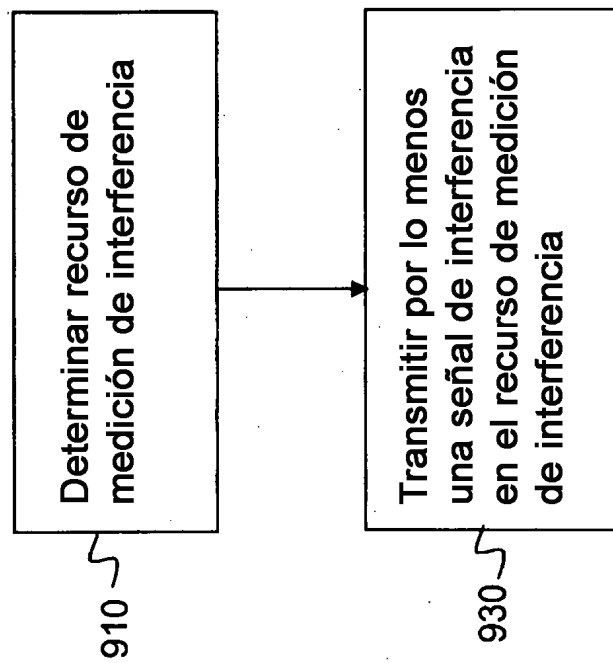


Figura 9a

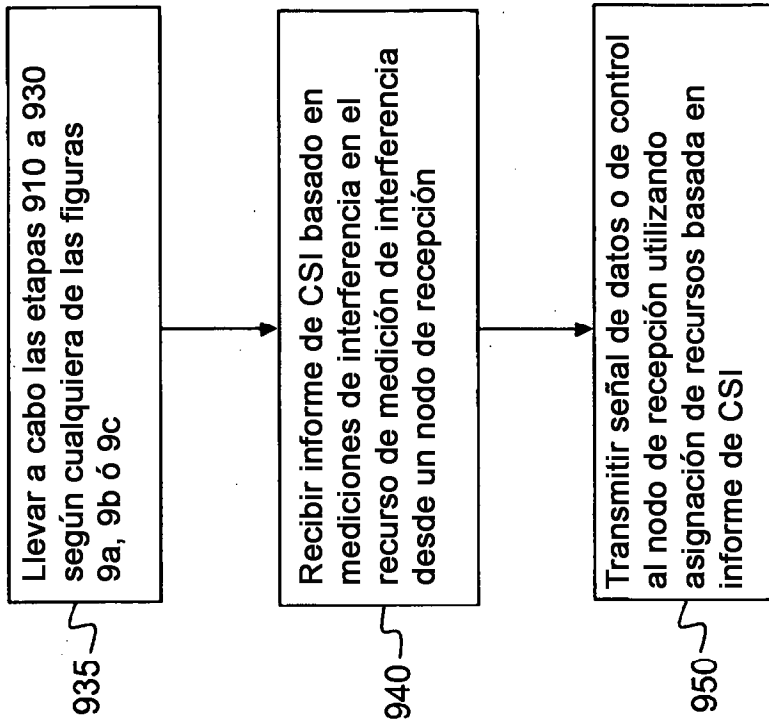


Figura 9d

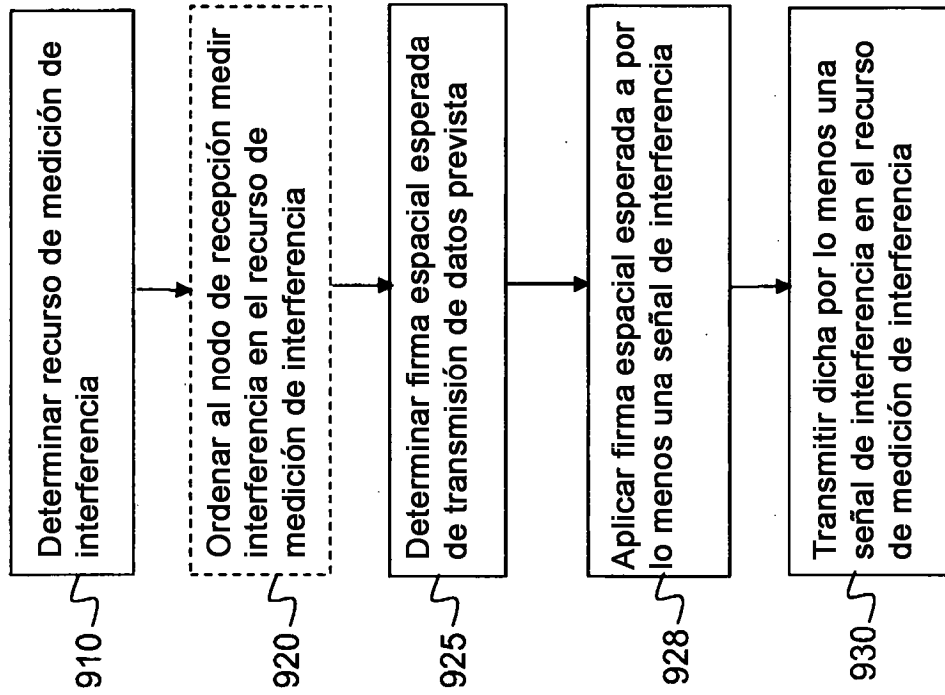


Figura 9c

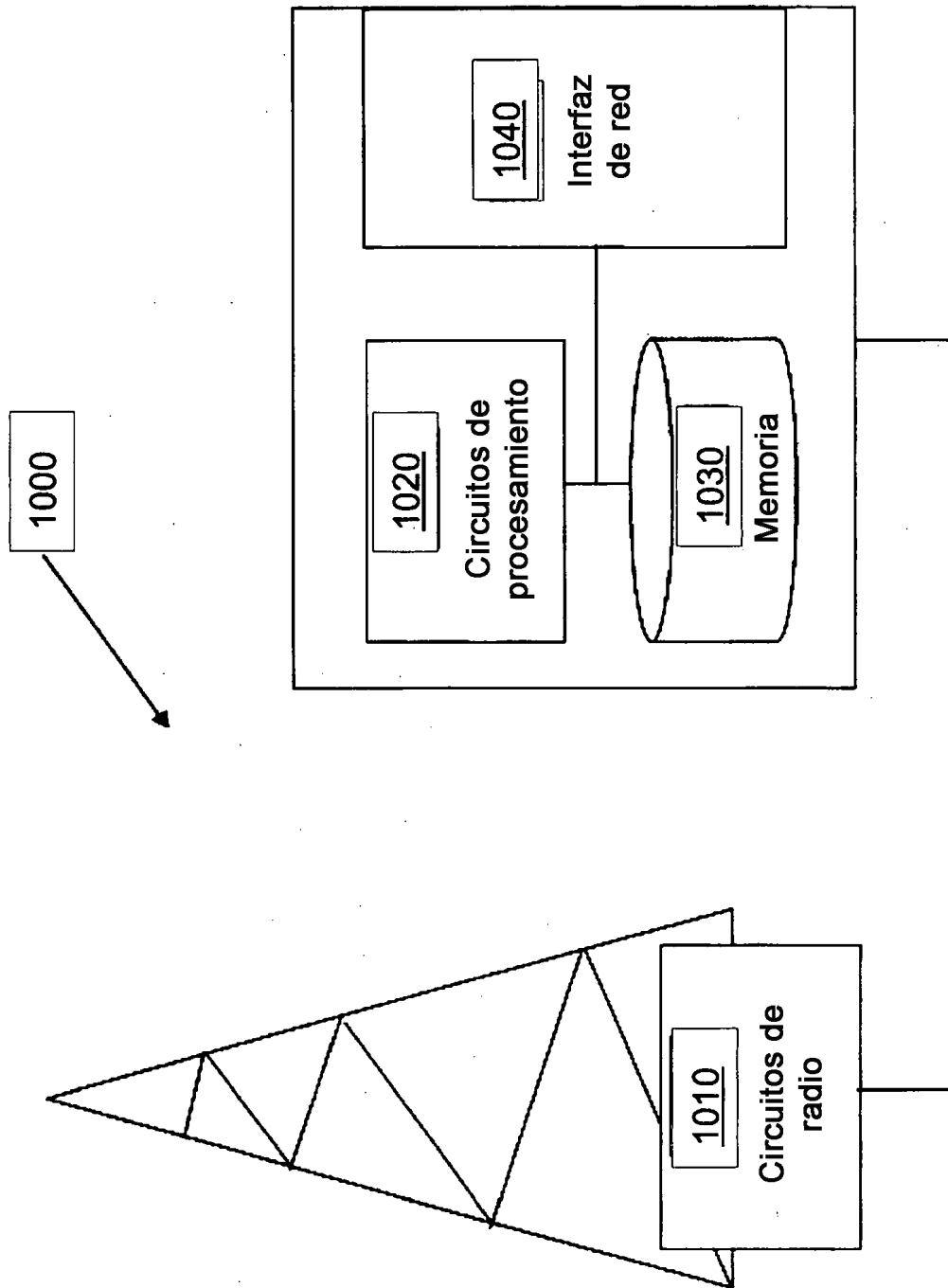


Figura 10a

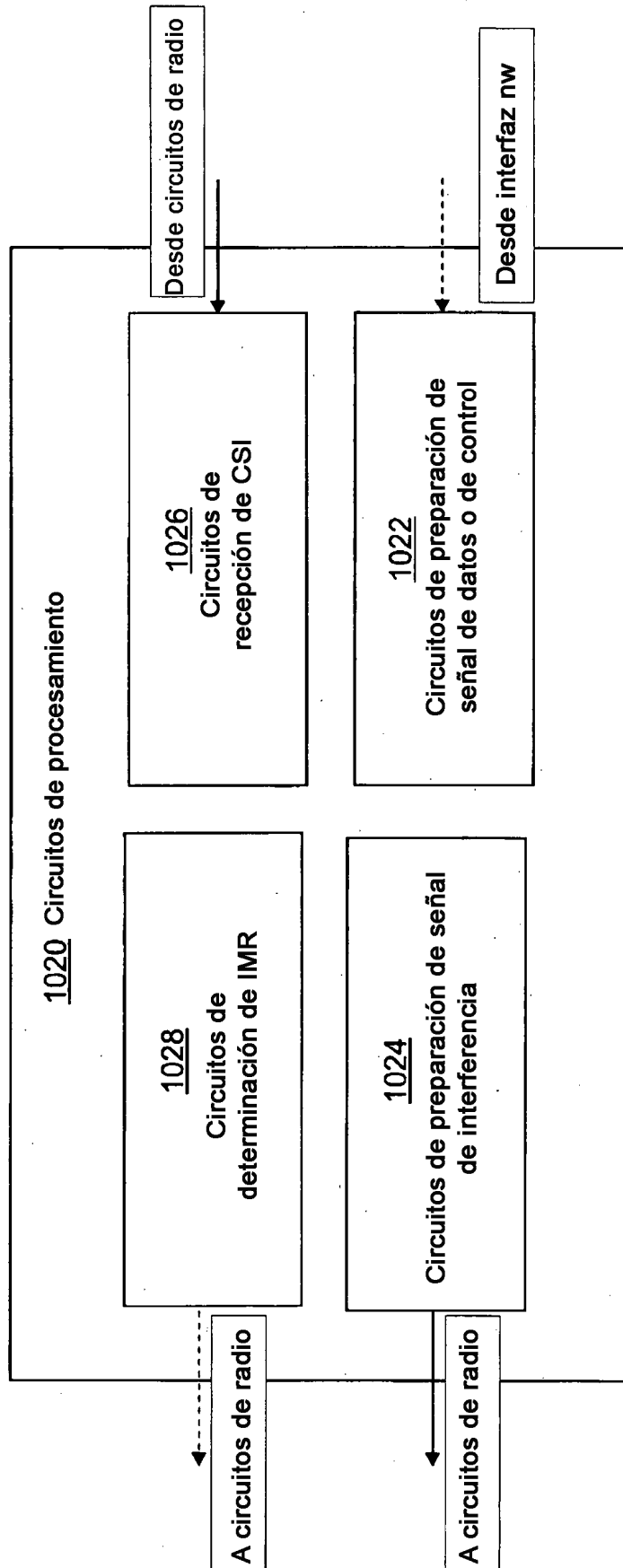


Figura 10b

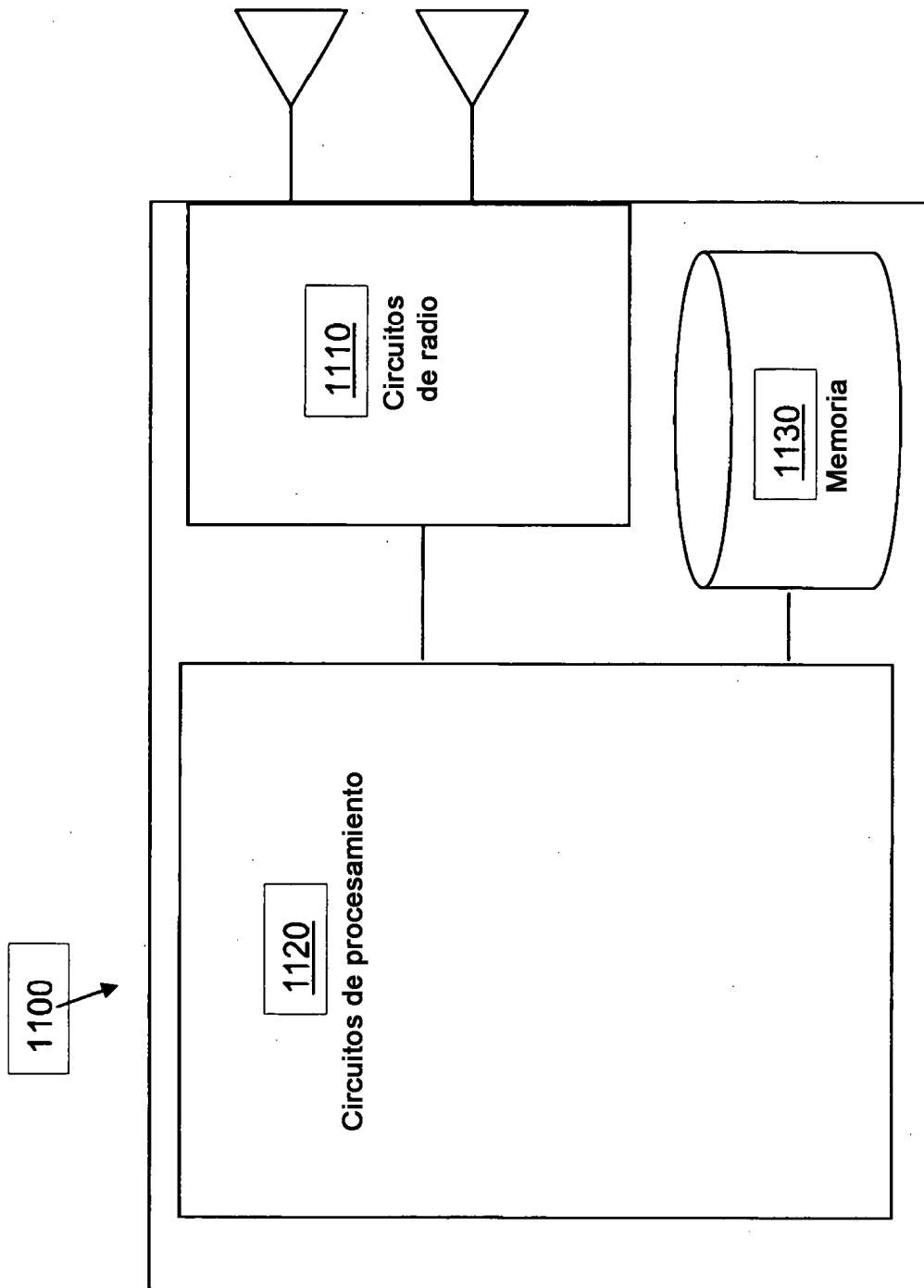


Figura 11a

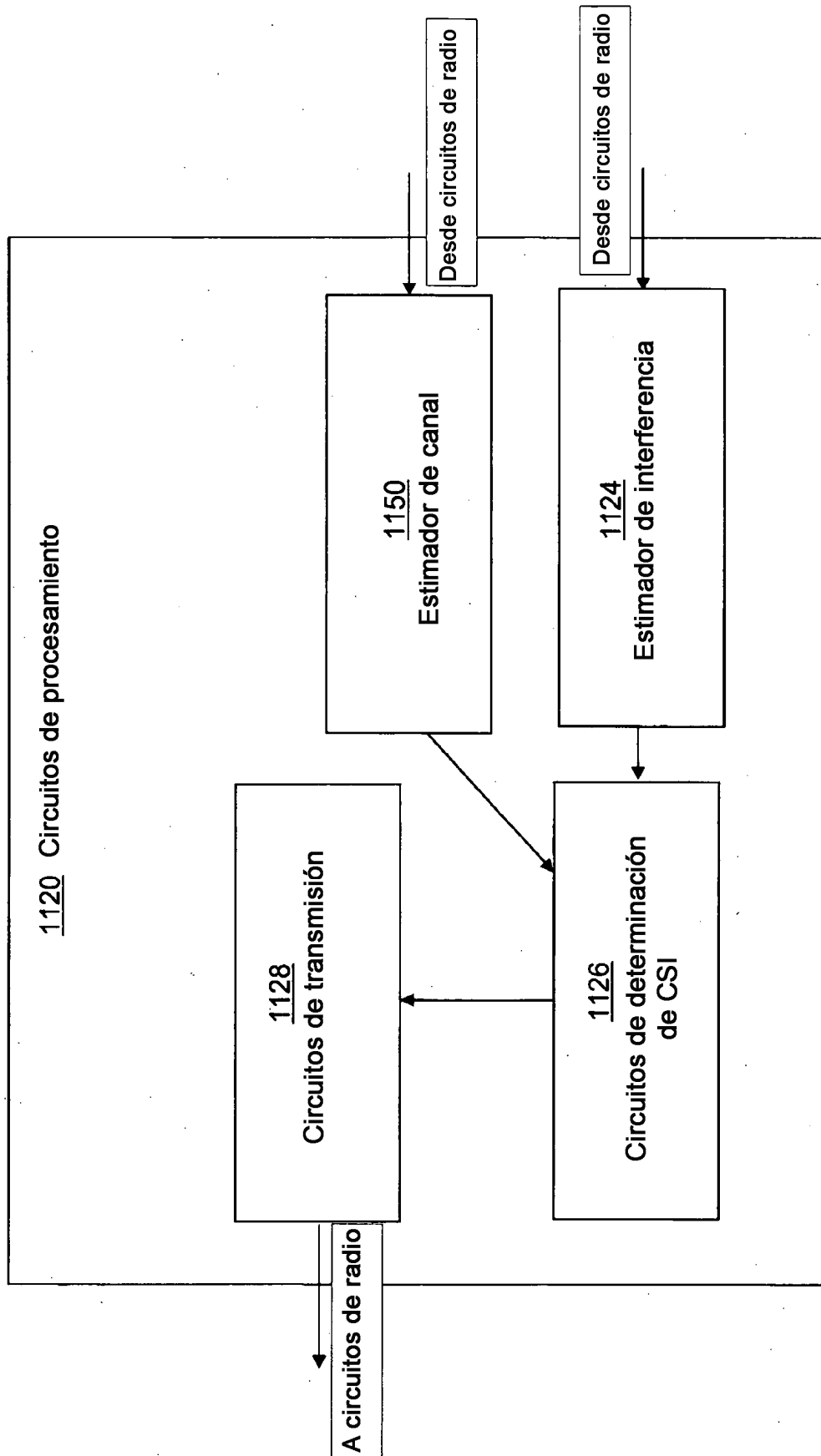


Figura 11b