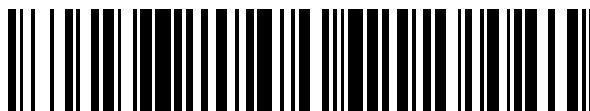


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 596**

51 Int. Cl.:

<b>H04B 7/02</b>	(2008.01) <b>H04W 24/10</b>	(2009.01)
<b>H04J 11/00</b>	(2006.01) <b>H04W 36/00</b>	(2009.01)
<b>H01Q 1/24</b>	(2006.01) <b>H04W 36/30</b>	(2009.01)
<b>H01Q 3/00</b>	(2006.01) <b>H04W 52/02</b>	(2009.01)
<b>H04B 7/0417</b>	(2007.01) <b>H04W 24/02</b>	(2009.01)
<b>H04B 7/06</b>	(2006.01) <b>H04W 72/04</b>	(2009.01)
<b>H04L 29/06</b>	(2006.01) <b>H04W 28/12</b>	(2009.01)
<b>H04W 4/00</b>	(2008.01) <b>H04L 5/00</b>	(2006.01)
<b>H04W 16/28</b>	(2009.01) <b>H04W 84/04</b>	(2009.01)
<b>H04W 24/08</b>	(2009.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.07.2014 PCT/US2014/047417**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **29.01.2015 WO15013190**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.07.2014 E 14829148 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 3025435**

54 Título: **Selección de inclinación hacia abajo en un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas de dimensionalidad completa**

30 Prioridad:

**26.07.2013 US 201361859121 P**  
**31.03.2014 US 201414231158**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.11.2018**

73 Titular/es:

**INTEL IP CORPORATION (100.0%)**  
**2200 Mission College Boulevard**  
**Santa Clara, CA 95054, US**

72 Inventor/es:

**ZHU, YUAN;**  
**LI, QINGHUA;**  
**CHEN, XIAOGANG;**  
**XUE, FENG y**  
**SHIRANI-MEHR, HOOMAN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 688 596 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**

Selección de inclinación hacia abajo en un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas de dimensionalidad completa

5 **Solicitudes relacionadas**

Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional estadounidense con n.º de serie 61/859.121, presentada el 26 de julio de 2013 y con n.º de expediente P59845Z. Esta solicitud también reivindica el beneficio de la solicitud de patente no provisional estadounidense con n.º de serie 14/231.158, presentada el 31 de marzo de 2014 y con n.º de expediente P63598.

**Antecedentes**

15 La tecnología de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) consiste en el uso de múltiples antenas tanto en uno o más transmisores como en uno o más receptores. Un sistema MIMO puede utilizarse para incrementar el caudal de tráfico de datos y la fiabilidad de enlace de una red sin aumentar las frecuencias de ancho de banda o aumentar la potencia de transmisión de la red. A fin de lograr el aumento del caudal de tráfico de datos y la fiabilidad de enlace, los datos comunicados entre un nodo y un dispositivo móvil pueden propagarse a través de las múltiples antenas para obtener una ganancia de grupo que mejore la eficiencia espectral y lograr una ganancia de diversidad que aumente la fiabilidad de enlace. Los sistemas MIMO masivos pueden implantar un gran número de elementos en los grupos de antenas. Pueden implantarse múltiples terminales para combinar una tecnología MIMO masiva con multiplexación por división de tiempo y frecuencia convencional usando multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM).

25 Pueden usarse sistemas MIMO tridimensionales (3D) o de dimensionalidad completa (FD) en redes MIMO para mejorar el rendimiento celular mediante la implantación de elementos de antena en la dimensión horizontal y en la vertical, por ejemplo un grupo de antenas bidimensional (2D). Un sistema MIMO FD puede dirigir comunicaciones en dos dimensiones, es decir, de manera horizontal y vertical, hacia una ubicación del espacio tridimensional (3D). La dirección de comunicaciones en el espacio 3D puede aumentar la direccionalidad, permitiendo un mayor número de trayectorias de comunicación, una conformación de haz más centrada y un mayor caudal de tráfico para la multiplexación espacial en comparación con los sistemas MIMO bidimensionales tradicionales.

35 El documento WO 2013/024852 A1 da a conocer una estación base radioeléctrica, que forma una célula, y un terminal de usuario que establece una conexión inalámbrica con la estación base radioeléctrica. La técnica dada a conocer evita que aumente la carga de procesamiento de cálculo de una estación móvil y el volumen de datos de retroalimentación de una CSI e impide que se reduzca la capacidad de todo el sistema. Este sistema de comunicación inalámbrica está dotado de una estación base inalámbrica capaz de formar una pluralidad de haces de sectorización vertical. La estación base inalámbrica al menos forma, en paralelo, un primer haz orientado hacia el borde de célula y un segundo haz orientado hacia el centro de célula mediante un grupo de antenas. Una estación móvil mide la calidad de canal del primer haz y del segundo haz extrayendo las señales de referencia del primer haz y del segundo haz, genera una señal de retroalimentación de la calidad de comunicación que contiene la calidad de canal obtenida por la medición de al menos uno de los haces y proporciona dicha señal a la estación base inalámbrica a través de un enlace ascendente.

45 El documento WO 2013/025558 A1 se refiere a la medición de interferencias en redes inalámbricas. Da a conocer redes de comunicación inalámbrica que utilizan MIMO en comunicaciones de enlace ascendente y/o de enlace descendente. La técnica consiste en identificar uno o más elementos de recurso de medición de interferencias que pueden recibirse desde uno o más puntos de transmisión, y en realizar estimaciones de medición de interferencias en función de, al menos en parte, los uno o más elementos de recursos de medición de interferencias identificados. La información de estado de canal (CSI) en forma de notificaciones se genera en función de, al menos en parte, la una o más estimaciones de medición de interferencia y se transmite a uno o más nodos.

**Resumen de la invención**

55 La presente invención se define por las características de las reivindicaciones independientes. Formas de realización preferidas de la misma se definen mediante las características de las reivindicaciones dependientes.

**Breve descripción de los dibujos**

60 Las características y ventajas de la divulgación resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos adjuntos, que ilustran conjuntamente, a modo de ejemplo, características de la divulgación, y en los que:

65 la FIG. 1A ilustra un grupo de antenas unidimensional (1D) en un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) bidimensional (2D) según un ejemplo;

la FIG. 1B es un grupo de antenas 2D en un sistema MIMO tridimensional (3D) según un ejemplo;  
 la FIG. 2 ilustra una ganancia de grupo combinada de un puerto de antena que varía con el número de  
 elementos de antena según un ejemplo;  
 5 la FIG. 3 ilustra una pérdida por acoplamiento en borde de célula con los mismos valores de inclinación hacia  
 abajo para los NodosB mejorados (eNodosB) de una red de comunicaciones según un ejemplo;  
 la FIG. 4 ilustra una geometría de borde de célula con los mismos valores de inclinación hacia abajo para los  
 NodosB mejorados (eNodosB) de una red de comunicaciones según un ejemplo;  
 la FIG. 5 representa una medición de calidad recibida de señal de referencia (RSRQ) que muestrea  
 directamente la interferencia entre células según un ejemplo;  
 10 la FIG. 6 ilustra una obtención de RSRQ a partir de una señal de referencia de información de estado de  
 canal CSI-RS de potencia distinta de cero NZP y de un recurso de medición de interferencias (IMR) según un  
 ejemplo;  
 la FIG. 7 ilustra diferentes células con diferentes patrones de silenciamiento de dominio de tiempo según un  
 ejemplo;  
 15 la FIG. 8 ilustra el uso de una obtención de indicación de intensidad de señal recibida (RSSI) a partir de  
 múltiples recursos de CSI-RS para determinar una RSRQ según un ejemplo;  
 la FIG. 9 ilustra la funcionalidad del sistema de circuitos informático de un UE en una red celular que se hace  
 funcionar para comunicar información de señal de referencia para ángulos de inclinación hacia abajo  
 seleccionados según un ejemplo;  
 20 la FIG. 10 ilustra la funcionalidad del sistema de circuitos informático de un NodoB mejorado (eNodoB) en  
 una red celular que se hace funcionar para determinar una inclinación hacia abajo utilizando múltiples  
 entradas y múltiples salidas (MIMO) de dimensionalidad completa según un ejemplo;  
 la FIG. 11 ilustra un procedimiento para determinar una inclinación hacia abajo usando MIMO FD de un  
 eNodoB en una red celular según un ejemplo; y  
 25 la FIG. 12 ilustra un diagrama de un equipo de usuario (UE) según un ejemplo.

A continuación se hará referencia a las formas de realización ilustradas a modo de ejemplo, utilizándose en el  
 presente documento una terminología específica para describir las mismas. Sin embargo, debe entenderse que no  
 se pretende limitar de este modo el alcance de la invención.

**Descripción detallada**

Antes de dar a conocer y describir la presente invención, debe entenderse que esta invención no está limitada a las  
 estructuras, etapas de proceso o materiales particulares dados a conocer en el presente documento, sino que se  
 35 extiende a formas equivalentes de la misma reconocidas por los expertos en la técnica. Debe entenderse también  
 que la terminología utilizada en el presente documento solo se usa con el objetivo de describir ejemplos particulares  
 y no tiene un carácter limitativo. Los mismos números de referencia de diferentes dibujos representan el mismo  
 elemento. Los números proporcionados en los diagramas de flujo y los procesos se proporcionan para ilustrar de  
 40 manera clara las etapas y operaciones y no indican necesariamente un orden o secuencia particular.

En una red de comunicaciones, el caudal de tráfico puede verse afectado tanto por la intensidad de señal como por  
 la intensidad de las interferencias. El caudal de tráfico de una red puede aumentarse equilibrando una relación entre  
 una intensidad de señal y un nivel de interferencia de los nodos de una red. Una técnica para equilibrar la intensidad  
 de señal y la intensidad de las interferencias en los nodos de una red puede ser utilizar conformación de haz. La  
 45 conformación de haz puede utilizarse para que un grupo de antenas dirija o controle direcciones de transmisión de  
 señales. En sistemas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) bidimensionales (2D) convencionales, la  
 conformación de haz puede llevarse a cabo en un dominio horizontal. Un sistema MIMO 2D en un sistema de  
 comunicación puede incluir una pluralidad de emplazamientos de célula, cada uno presentando un nodo, tal como  
 un NodoB evolucionado (eNodoB) o una estación base, para enviar y recibir señales a través de una o más antenas  
 50 o módulos de antena. En una forma de realización, cada módulo de antena puede tener una o más antenas de  
 recepción y una o más antenas de transmisión. En otra forma de realización, cada módulo de antena puede tener  
 una antena para transmitir y recibir datos.

La FIG. 1A ilustra un grupo de antenas 1D 102a en un sistema MIMO 2D 100a. La FIG. 1A ilustra además una  
 pluralidad de elementos de antena 104a del grupo de antenas 1D 102a. La FIG. 1A muestra también dos flechas  
 que salen del grupo 102a en las direcciones izquierda y derecha. En una forma de realización, el grupo de antenas  
 102a puede usarse en una multiplexación espacial en la dimensión horizontal. Cada uno de los elementos de antena  
 puede corresponder a un puerto de antena. Por ejemplo, la FIG. 1A muestra ocho elementos de la antena 104 que  
 60 corresponden cada uno a un puerto de antena del grupo de antenas 102a. Las dos flechas, hacia la derecha y hacia  
 la izquierda, representan la direccionalidad horizontal del grupo de antenas 1D 102a a la que los elementos de  
 antena 104a pueden ajustarse para cambiar el área de cobertura de la red de comunicaciones.

El grupo de antenas 102a puede estar montado en un punto de transmisión 106a, tal como un NodoB mejorado  
 (eNodoB), con un área de cobertura 108a correspondiente. La directividad horizontal proporcionada por el grupo  
 65 está representada por las geometrías de dirección de haz 110a, 112a y 114a. Una geometría de dirección de haz,  
 también denominada patrón de radiación, puede representar una región con respecto al punto de transmisión en que

una señal correspondiente tiene la mayor intensidad, pero la señal correspondiente también puede estar presente en otras regiones. La flecha curva indica que las tres geometrías de dirección haz, o lóbulos laterales, diferentes pertenecen a un continuo de diferentes posibilidades.

5 La FIG. 1B muestra un grupo de antenas 2D 102b en un sistema MIMO tridimensional (3D) o de dimensionalidad completa (FD) 100b. La FIG. 1B ilustra además una pluralidad de elementos de antena 104b del grupo de antenas 2D 102b. El grupo 2D comprende columnas de antenas 116 del grupo de antenas 2D 102b. La FIG. 1B también muestra tres flechas que salen del grupo de antenas 102b en diferentes direcciones, dos flechas discontinuas apuntando hacia arriba y hacia abajo y la flecha continua normal al plano del grupo, e ilustran la direccionalidad del grupo de antenas 102b en la dimensión vertical. El grupo puede estar montado en un punto de transmisión 106b, tal como un eNodoB, con un área de cobertura correspondiente 108b. La directividad vertical proporcionada por el grupo de antenas 102b está representada mediante dos geometrías de dirección haz diferentes, una primera geometría de dirección de haz 118 y una segunda geometría de dirección de haz 120. Tal y como se ha descrito en los párrafos anteriores, una geometría de dirección de haz puede representar una región con respecto al punto de transmisión en que una señal correspondiente tiene la mayor intensidad, pero la señal correspondiente también puede estar presente en otras regiones. La flecha curva indica que las tres geometrías de dirección haz, o lóbulos laterales, diferentes pertenecen a un continuo de diferentes posibilidades.

20 La FIG. 1B muestra los elementos de antena 104b del grupo de antenas 102b que proporcionan direccionalidad vertical. Además, los elementos de antena 104b del grupo de antenas 102b también pueden proporcionar direccionalidad horizontal, tal como se señala en los párrafos anteriores relativos a la FIG. 1A. Por lo tanto, las comunicaciones pueden estar dirigidas en dos dimensiones para apuntar hacia una ubicación del espacio tridimensional.

25 En el sistema MIMO 3D, un patrón de radiación de una antena de transmisión en un nodo puede estar inclinado a lo largo de un eje vertical. El grado de la inclinación vertical o el ángulo de inclinación puede medirse con respecto a un plano de referencia horizontal. El ángulo de inclinación puede denominarse ángulo de inclinación hacia abajo de la antena. El ángulo de inclinación hacia abajo de la antena puede medirse para que sea positivo a partir del plano de referencia horizontal de la antena hacia el suelo. Por ejemplo, una antena con un ángulo de inclinación hacia abajo de 10 grados se inclina hacia el suelo en un ángulo de 10 grados con respecto a la referencia horizontal.

30 Los elementos de antena 104b del grupo de antenas 102b pueden tener sus fases y amplitudes configuradas para activar el grupo de antenas 102b para que transmita a un área de cobertura deseada, que es un área geográfica en la que un terminal móvil puede recibir una señal con una intensidad suficiente para comunicarse con un nodo asociado al grupo de antenas. El alcance y/o extensión del área de cobertura de un grupo de antenas pueden verse afectados por el ángulo de inclinación hacia abajo electrónica de cada antena y/o por los ángulos de inclinación hacia abajo de antenas circundantes y/o adyacentes del grupo de antenas 102b.

40 En un sistema MIMO 2D tradicional, la inclinación hacia abajo de los elementos de antena en un grupo de antenas de un eNodoB puede mantenerse constante, y un equipo de usuario (UE) puede medir una potencia recibida de señal de referencia (RSRP) y/o una calidad recibida de señal de referencia (RSRQ) para cada nodo asociado a una célula para ayudar al eNodoB a que tome una decisión de asociación de célula. En una forma de realización, la RSRP puede utilizarse en la asociación de células intra-frecuencia y la RSRQ puede utilizarse en la asociación de célula inter-frecuencia.

45 La RSRP puede definirse como un promedio lineal de las contribuciones de potencia (en vatios) de elementos de recurso que transportan señales de referencia específicas de célula dentro de un ancho de banda de frecuencia de medición seleccionado. Un punto de referencia para la RSRP puede ser el conector de antena del UE. En una forma de realización, cuando el UE usa una diversidad de receptor, la RSRP puede no ser inferior a la RSRP correspondiente de cualquiera de las ramas de diversidad individuales.

50 En un sistema MIMO 3D/FD, la conformación de haz puede llevarse a cabo tanto en la dimensión horizontal como en la vertical. En sistemas MIMO 3D/FD, la conformación de haz vertical o en elevación puede utilizarse para aumentar la intensidad de señal de una célula y/o para reducir la interferencia de señal en células vecinas. En una forma de realización, la conformación de haz en elevación en sistemas MIMO 3D/FD puede usarse para optimizar la selección de asociación de células realizada por el eNodoB. Por ejemplo, la conformación de haz en elevación puede utilizarse para optimizar un azimut y la inclinación hacia abajo de cada célula del sistema MIMO 3D/FD para diferentes distribuciones de tráfico. En una forma de realización, maximizar una intensidad de señal o minimizar interferencias de señal por separado o de manera independiente entre sí puede no optimizar o aumentar una relación de señal a interferencia (SIR), una relación de señal a ruido (SNR), o una relación de señal a interferencia más ruido (SINR) de una red. En una forma de realización, la minimización de interferencias y la maximización de la intensidad de señal pueden llevarse a cabo conjuntamente para maximizar la SIR, la SNR y/o la SINR de una red, por ejemplo, maximizar el caudal de tráfico.

65 La FIG. 2 ilustra una ganancia de grupo combinada de un puerto de antena que varía con el número de elementos de antena. La FIG. 2 ilustra además que se aplican pesos de conformación de haz de módulo constante. La curva

210 es la ganancia de grupo de 10 elementos de antena por puerto de antena. La curva 210 tiene un ángulo de inclinación hacia abajo de 102 grados con respecto a 90 grados en dirección horizontal. La FIG. 2 muestra además que a medida que se ajusta la inclinación hacia abajo, la dirección de conformación de haz y la dirección de anulación pueden cambiarse o controlarse. En una forma de realización, una inclinación hacia abajo óptima puede ser un equilibrio entre maximizar la intensidad de señal y minimizar la fuga de interferencias hacia las células vecinas.

Las FIG. 3 y 4 ilustran la función de densidad acumulada (CDF) de geometría y de pérdida por acoplamiento en borde de célula de una célula de servicio para un intervalo de inclinación hacia abajo comprendido entre 90 y 105 grados para los eNodosB. En una forma de realización a modo de ejemplo, Las FIG. 3 y 4 ilustran una red de comunicaciones con 57 células, donde cada célula tiene un promedio de 50 UE activos.

La FIG. 3 ilustra un gráfico de pérdida por acoplamiento en borde de célula 300 con los mismos valores de inclinación hacia abajo para todos los eNodosB de la red de comunicaciones, con 10 UE por célula. La FIG. 3 ilustra además que la pérdida por acoplamiento en borde de célula alcanza un máximo cuando la inclinación hacia abajo es de 91 grados aproximadamente, 310.

La FIG. 4 ilustra un gráfico de geometría de borde de célula 400 con los mismos valores de inclinación hacia abajo para todos los eNodosB de la red de comunicaciones, con 10 UE por célula. La FIG. 4 ilustra que la geometría de borde de célula alcanza un máximo cuando la inclinación hacia abajo es de 102 grados aproximadamente, 410. En una forma de realización, la diferencia entre el ángulo de inclinación hacia abajo para maximizar la pérdida por acoplamiento en borde de célula en la FIG. 3 y el ángulo de inclinación hacia abajo para maximizar la geometría de borde de célula en la FIG. 4 puede indicar que maximizar de manera independiente la intensidad de señal o minimizar la interferencia de señal de una célula puede no maximizar el rendimiento o caudal de tráfico de la red de comunicaciones. Por ejemplo, cuando una célula individual realiza una búsqueda distribuida o de auto-optimización de un ángulo de inclinación hacia abajo por cada célula individual, puede no conseguirse un rendimiento o caudal de tráfico óptimo global para la red.

Tradicionalmente, en sistemas MIMO 3D/3D, un UE calcula una RSRP según un promedio móvil y supone que el sistema MIMO 3D/3D no cambia ningún ángulo de inclinación hacia abajo de una célula. Calcular una RSRP utilizando un promedio móvil puede mezclar distintas respuestas para los eNodosB con diferentes inclinaciones hacia abajo y puede evitar que los eNodosB identifiquen diferentes inclinaciones hacia abajo de células que son favorables para la red global.

En una forma de realización, un UE puede calcular la retroalimentación de RSRP para una inclinación hacia abajo seleccionada de una célula. En otra forma de realización, el UE puede calcular la retroalimentación de RSRP para la inclinación hacia abajo seleccionada de la célula sin promediar la RSRP a través de los elementos de recurso de otras inclinaciones hacia abajo de célula.

Tradicionalmente, la medición de la movilidad se basa en una RSRP o una RSRQ. La RSRP puede considerar una potencia de recepción de señal de referencia común (CRS) de una célula, por ejemplo, no reflejando las condiciones de carga tanto de la célula como de células vecinas o adyacentes. La RSRQ puede obtenerse a partir de una RSRP y la potencia de recepción total de una célula. Por ejemplo, la RSRQ puede definirse como una relación  $N \times RSRP / (indicación\ de\ intensidad\ de\ señal\ recibida\ de\ portadora\ de\ acceso\ radioeléctrico\ terrestre\ universal\ evolucionado)$ , donde N es el número de bloques de recursos (RB) del ancho de banda de medición de indicación de intensidad de señal recibida (RSSI) de portadora de acceso radioeléctrico terrestre universal evolucionado (E-UTRA). En una forma de realización, la  $N \times RSRP$  y las mediciones de RSSI de portadora E-UTRA pueden realizarse en un mismo conjunto de bloques de recursos.

En una forma de realización, una RSSI de portadora E-UTRA puede comprender un promedio lineal de una potencia recibida total (en vatios) obtenida para símbolos de multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM) que contienen símbolos de referencia para un puerto de antena, tal como un puerto de antena 0, en un ancho de banda de medición, a través de un número N de bloques de recursos mediante el UE a partir de todas las fuentes. Las fuentes de la red pueden incluir células de servicio cocanal, células que no son de servicio, interferencias de canal adyacente, ruido térmico, etc.

Cuando la señalización de capa superior indica subtramas seleccionadas para realizar mediciones de RSRQ, entonces puede medirse la RSSI a través de todos los símbolos OFDM en las subtramas indicadas. En una forma de realización, un punto de referencia para la RSRQ puede ser un conector de antena del UE. En otra forma de realización, cuando el UE usa una diversidad de receptor, un valor notificado puede no ser inferior a la RSRQ correspondiente de cualquiera de las ramas de diversidad individuales.

La FIG. 5 ilustra mediciones de RSRQ tradicionales. En un ejemplo, la RSSI E-UTRA puede medirse como el promedio de potencia recibida total en todos los RE 510 de los símbolos de referencia OFDM 520 que contienen el puerto CRS 0. La FIG. 5 también ilustra que la RSSI E-UTRA contiene la potencia de recepción de la CRS y el PDSCH de células vecinas. Cuando células vecinas no transmiten el PDSCH, la RSSI E-UTRA es relativamente

pequeña y la RSRQ obtenida es relativamente alta. En una forma de realización, la RSSI puede reflejar las condiciones de carga de una o más células vecinas.

5 La FIG. 5 ilustra que para mediciones de RSRQ tradicionales, la medición RSRQ muestrea directamente la interferencia entre células, la cual puede generarse por la CRS o el PDSCH de células vecinas. Muestrear directamente la interferencia entre células para el ajuste de la inclinación hacia abajo puede ser ineficaz, ya que medir la RSRQ con una inclinación hacia abajo no deseada puede degradar el rendimiento de la red.

10 En una forma de realización, los eNodosB pueden seleccionar las inclinaciones hacia abajo óptimas midiendo diferentes inclinaciones hacia abajo usando señales de referencia a diferentes ángulos de inclinación hacia abajo con respecto a los UE. Cada UE puede llevar a cabo entonces mediciones de RSRQ en las señales de referencia y comunicar la información de medición de RSRQ al eNodoB. Esto permite al eNodoB determinar un ángulo de inclinación hacia abajo óptimo sin necesidad de enviar datos con diferentes inclinaciones hacia abajo. La comunicación de señales de referencia o de datos con diferentes ángulos se conoce como inclinaciones hacia abajo de prueba.

15 En una forma de realización, las mediciones de gestión de recursos de radio (RRM) pueden obtenerse a partir de la RSRQ de una célula de servicio y se utilizan para inferir interferencias entre células para probar inclinaciones hacia abajo de células vecinas. Cuando la red obtiene suficientes notificaciones de medición para diferentes inclinaciones hacia abajo de prueba, la red puede determinar las inclinaciones hacia abajo de cada célula para optimizar la SNR o SINR de la red.

20 En una forma de realización puede utilizarse un recurso de gestión de interferencias de información de estado de canal (CSI-IM) para la notificación de CSI. Por ejemplo, en el modo de transmisión 10, una instancia de notificación de CSI puede asociarse a un recurso de CSI-RS de potencia distinta de cero (NZP) y a una CSI-IM para medir las interferencias, respectivamente. La CSI-RS NZP puede utilizarse para medir la respuesta de canal y la CSI-IM puede utilizarse para medir las interferencias.

25 En una forma de realización, la CSI-RS y la CSI-IM pueden utilizarse para el control de inclinación hacia abajo. Por ejemplo, la FIG. 6 ilustra que una RSRQ basada en CSI-RS puede obtenerse a partir de una CSI-RS de potencia distinta de cero y de una CSI-IM con nuevos procedimientos de medición o cálculo. Por ejemplo, la potencia media de los RE de CSI-RS<sub>15-18</sub> 610 puede utilizarse como una RSRP CSI-RS. La potencia de recepción media de los RE de recurso de medición de interferencias (IMR) 620 se utiliza como interferencia entre células emulada. Un IMR es un recurso de señal de referencia (RS) para mediciones de interferencias, tales como evaluaciones de interferencias, en un UE para células vecinas. En este ejemplo, una configuración 0 de CSI-RS puede usarse en las CSI-RS NZP y una configuración 4 puede utilizarse en los IMR. En una forma de realización, una célula seleccionada no transmite señales de referencia en los elementos de recurso IMR y las células vecinas envían señales de referencia con inclinaciones hacia abajo seleccionadas. En un ejemplo, donde las inclinaciones hacia abajo seleccionadas de prueba no son óptimas para la red, las células vecinas pueden usar las inclinaciones hacia abajo candidatas para las señales IMR para datos no genuinos enviados desde las células vecinas a los UE de las células vecinas.

30 En una forma de realización, una nueva RSSI E-UTRA que es el denominador de la RSRQ puede ser diferente de la RSSI existente. En una forma de realización, la nueva RSSI puede ser la suma de la RSRP y de la potencia recibida media medida a partir de los RE IMR. La nueva RSSI puede contener información acerca de las inclinaciones hacia abajo de prueba y no contiene ninguna información acerca de inclinaciones hacia abajo establecidas que transporta los datos no genuinos de las células vecinas. En otra forma de realización, la nueva RSSI puede ser la suma de la potencia recibida media medida a partir de la CSI-RS NZP y el IMR. La FIG. 5 ilustra la obtención de una RSRQ a partir de una CSI-RS NZP y un IMR. En esta forma de realización, la RSSI puede contener información agregada acerca de inclinaciones hacia abajo seleccionadas e inclinaciones hacia abajo establecidas.

35 En los RE IMR, la red puede probar diferentes inclinaciones hacia abajo en las células vecinas en diferentes subtramas o bloques de recursos. Tradicionalmente, la interferencia generada por diferentes inclinaciones hacia abajo en células vecinas se promedia mediante el UE, y el eNodoB no puede distinguir los efectos de diferentes inclinaciones hacia abajo a partir de la RSRQ recibida desde el UE. En una forma de realización, para evitar una promediación entre diferentes inclinaciones hacia abajo, las restricciones y la señalización pueden utilizarse para ayudar a que el UE determine una región de promediación para cada inclinación hacia abajo.

40 En una forma de realización, las restricciones pueden aplicarse a subtramas, bloques de recursos físicos o los RE en un recurso IMR. Por ejemplo, cuando la longitud media de interferencia en tiempo es de 2 subtramas, el UE puede suponer que la interferencia es constante en la subtrama  $2n$  y en la  $2n+1$ . En este ejemplo, el UE puede utilizar una RSSI E-UTRA promediada de las subtramas  $2n$  y  $2n+1$  para obtener la RSRQ CSI-RS en la subtrama  $2n+1$ . En otro ejemplo, cuando una longitud media de interferencia en frecuencia está en cada segundo bloque de recursos físicos (PRB), un UE puede suponer que la interferencia es constante en los PRB  $2n$ ,  $2n+2$ ,  $2n+4$ . En este ejemplo, cuando el UE no puede suponer que la interferencia en los PRB pares es igual a la interferencia en los PRB

impares, el UE puede obtener dos valores de RSRQ diferentes para los PRB pares e impares en la misma subtrama, respectivamente.

En otro ejemplo pueden usarse cuatro RE de un IMR para probar diferentes inclinaciones hacia abajo seleccionadas. En este ejemplo, un sub-IMR puede especificar cómo pueden promediarse las interferencias. En una forma de realización, el sub-IMR puede ser una función de una subtrama, un índice PRB y un índice RE en un IMR. El sub-IMR puede usarse en una prueba única de interferencias entre células.

En una forma de realización, las mediciones de RSRP y RSRQ pueden ser para que cada célula de la red de comunicaciones permita la medición de una RSRQ para cada IMR o sub-IMR. El elemento de información *MeasObjectEUTRA* actual puede actualizarse como se indica a continuación:

```
CellsToAddMod ::= Sequence {
    cellIndex                INTEGER (1..maxCellMeas),
    physCellId               PhysCellId
    cellIndividualOffset     Q-OffsetRange,
    imrIdxRsrq               ImrIdxRsrq
}
```

o

```
CellsToAddMod ::= Sequence {
    cellIndex                INTEGER (1..maxCellMeas),
    physCellId               PhysCellId
    cellIndividualOffset     Q-OffsetRange,
    subImrIdxRsrq           subImrIdxRsrq
}
```

FIG. 7 muestra que diferentes células pueden tener diferentes patrones de silenciamiento en el dominio del tiempo. Por ejemplo, la FIG. 7 muestra que en la trama 0 (710), el UE puede medir la interferencia recibida por la célula 0 (720) desde las células no, es decir, la célula 1 (730), la célula 2 (740) y la célula 3 (750), con diferentes inclinaciones hacia abajo. La UE puede medir la RSRP de la célula 0 (720) en la trama donde una señal de sincronización primaria (PSS) y/o la señal de sincronización secundaria (SSS) de la célula 0 (720) no está silenciada, por ejemplo, trama 1 (760) como se muestra en la FIG. 7. El número de células silenciadas y el patrón de silenciamiento descritos en los párrafos anteriores no son exhaustivos y no limitan el número de células silenciadas y los patrones de silenciamiento. En una forma de realización, la restricción de medición en el dominio de tiempo en un esquema basado en CSI-RS puede aplicarse a un esquema basado en PSS y/o SSS para proporcionar una notificación de interferencia.

En un ejemplo, cuando un UE se encuentra en un modo conectado de control de recursos radioeléctricos (RRC), el patrón de silenciamiento puede transmitirse al UE mediante señalización RRC. En el modo conectado RRC, el elemento de información *MeasObjectEUTRA* puede actualizarse como:

```
CellsToAddMod ::= Sequence {
    cellIndex                INTEGER (1..maxCellMeas),
    physCellId               PhysCellId

    cellIndividualOffset     Q-OffsetRange,
    PSS/SSS Muting pattern   Mapa de bits de patrón de
                             silenciamiento PSS/SSS
}
```

En otra forma de realización, cuando el UE se encuentra en un modo inactivo RRC, el patrón de silenciamiento y la restricción de dominio de tiempo pueden determinarse usando una identidad de célula física (PCI).

En otra forma de realización, la RSRQ puede obtenerse usando la emulación de interferencia con múltiples recursos CSI-RS. La FIG. 8 ilustra el uso de la obtención de RSSI a partir de múltiples recursos CSI-RS para determinar una

RSRQ. La FIG. 8 muestra un UE configurado con tres recursos CSI-RS, tales como un primer recurso CSI-RS 810, un segundo recurso CSI-RS 820 y un tercer recurso CSI-RS 830. La potencia Rx media de los RE de CSI-RS<sub>15-18</sub> puede utilizarse como la RSRP CSI-RS del primer recurso CSI-RS 810. La potencia Rx media de los RE de CSI-RS<sub>15-18</sub> puede utilizarse como la RSRP CSI-RS del segundo recurso CSI-RS 820. La potencia Rx media de los RE de CSI-RS<sub>15-18</sub> puede utilizarse como la RSRP CSI-RS del tercer recurso CSI-RS 830.

En una forma de realización, cada recurso CSI-RS 810-830 puede dividirse en múltiples recursos de sub-CSI-RS, similares a los sub-IMR descritos en los párrafos anteriores. Las sub-CSI-RS pueden ser una función de una subtrama, un índice PRB y un índice RE en una CSI-RS. En una forma de realización, el UE puede filtrar y notificar a la red la RSRP para cada sub-CSI-RS. En un ejemplo, en el que la red seleccionó una inclinación hacia abajo y es consciente de las inclinaciones hacia abajo utilizadas en cada recurso de sub-CSI-RS, la red puede calcular la RSRQ en relación con una hipótesis de inclinación hacia abajo seleccionada utilizando la RSRP notificada de las sub-CSI-RS correspondientes. En otra forma de realización, la red puede determinar decisiones de traspaso basándose en una RSRQ calculada.

En una forma de realización, el eNodoB puede utilizar una inclinación hacia abajo seleccionada para las señales de referencia y canales de datos reales. El UE puede generar una retroalimentación de RSRP y una retroalimentación de RSRQ para que la red determine la combinación óptima o máxima de inclinaciones hacia abajo para la red actual. En una forma de realización, las asignaciones de diferentes inclinaciones hacia abajo pueden comunicarse al UE para un cálculo de retroalimentación para permitir que el eNodoB distinga los efectos de diferentes inclinaciones hacia abajo en la red.

Otro ejemplo proporciona una funcionalidad 900 de un sistema de circuitos informático de un UE en una red celular que puede hacerse funcionar para comunicar información de señales de referencia para ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados, como se muestra en el diagrama de flujo de la FIG. 9. La funcionalidad puede implementarse como un procedimiento o la funcionalidad puede ejecutarse como instrucciones en una máquina, donde las instrucciones está incluidas en al menos un medio legible por ordenador o un medio de almacenamiento legible por máquina no transitorio. El sistema de circuitos informático puede estar configurado para recibir, en el UE, una pluralidad de señales de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), como en el bloque 910. En una forma de realización, cada señal OFDMA recibida se transmite con un ángulo de inclinación hacia abajo seleccionado desde un grupo de antenas bidimensional del NodoB mejorado (eNodoB). El sistema de circuitos informático puede estar configurado además para comunicar, al eNodoB, información de retroalimentación de potencia recibida de señal de referencia (RSRP) para cada una de las señales OFDMA recibidas en los ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados, como en el bloque 920. El sistema de circuitos informático también puede estar configurado para comunicar, al eNodoB, información de retroalimentación de indicador de intensidad de señal recibida (RSSI) para permitir que el UE reciba las señales OFDMA desde el grupo de antenas bidimensional en un ángulo de inclinación hacia abajo con una mayor relación de señal a interferencia más ruido (SINR), como en el bloque 930.

En una forma de realización, el sistema de circuitos informático puede estar configurado además para calcular la RSSI sumando la RSRP y la potencia recibida media medida a partir de un RE IMR. En otra forma de realización, el sistema de circuitos informático puede estar configurado además para incluir la interferencia procedente de uno o más nodos adyacentes al eNodoB en la red celular calculando la RSSI sumando una potencia recibida media medida a partir de una CSI-RS NZP y un IMR. En otra forma de realización, el sistema de circuitos informático puede estar configurado además para determinar una región de promediación para una inclinación hacia abajo del uno o más nodos adyacentes. En otra forma de realización, el sistema de circuitos informático puede estar configurado además para calcular la RSSI para uno de los ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados en cada uno de una pluralidad de sub-IMR. En otra forma de realización, cada uno de los sub-IMR es una parte del IMR e incluye una subtrama, un índice de bloque de recursos físicos (PRB) y un índice de elemento de recurso (RE). En otra forma de realización, el sistema de circuitos informático puede estar configurado además para recibir una sub-CSI-RS para cada uno de los ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados, donde la sub-CSI-RS es una parte de la CSI-RS e incluye una subtrama, un índice de bloque de recursos físicos (PRB) y un índice de elemento de recurso (RE). En otra forma de realización, el sistema de circuitos informático puede estar configurado además para filtrar la RSRP en función de cada sub-CSI-RS y comunicar la RSRP filtrada al eNodoB. En otra forma de realización, el sistema de circuitos informático puede estar configurado además para determinar la interferencia procedente de uno o más nodos adyacentes al eNodoB en la red celular usando una PSS o una SSS con un patrón de silenciamiento en el dominio del tiempo para la medición de RSRP y de interferencias. En otra forma de realización, el sistema de circuitos informático puede estar configurado además para recibir la PSS o la SSS a través de señalización de control de recursos radioeléctricos (RRC). En otra forma de realización, cada nodo de la red tiene un patrón diferente de silenciamiento en el dominio del tiempo.

Otro ejemplo proporciona una funcionalidad 1000 de un sistema de circuitos informático de un eNodoB en una red celular que puede hacerse funcionar para determinar una inclinación hacia abajo usando múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de dimensionalidad completa (FD), como se muestra en el diagrama de flujo de la FIG. 10. La funcionalidad puede implementarse como un procedimiento o la funcionalidad puede ejecutarse como instrucciones en una máquina, donde las instrucciones está incluidas en al menos un medio legible por ordenador o



un medio de almacenamiento legible por máquina no transitorio. El sistema de circuitos informático puede estar configurado para transmitir una pluralidad de señales de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), como en el bloque 1010. En una forma de realización, cada señal OFDMA transmitida se transmite con un ángulo de inclinación hacia abajo seleccionado desde un grupo de antenas bidimensional del eNodoB. El sistema de circuitos informático puede estar configurado además para recibir, desde un equipo de usuario (UE), información de retroalimentación de potencia recibida de señal de referencia (RSRP) para cada una de las señales OFDMA transmitidas en los ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados, como en el bloque 1020. El sistema de circuitos informático también puede estar configurado para recibir, desde el UE, información de retroalimentación de indicador de intensidad de señal recibida (RSSI), como en el bloque 1030. El sistema de circuitos informático también puede estar configurado para calcular una calidad recibida de señal de referencia (RSRQ) para cada uno de los ángulos de antena seleccionados usando la información de retroalimentación RSRP y la información de retroalimentación RSSI, como en el bloque 1040. El sistema de circuitos informático también puede estar configurado para seleccionar un ángulo de inclinación hacia abajo para transmitir datos desde el eNodoB con la mayor relación de señal a interferencia más ruido (SINR), como en el bloque 1050.

En una forma de realización, el sistema de circuitos informático puede estar configurado además para calcular un valor de interferencia entre nodos inferido para uno o más nodos adyacentes en la red celular en función de los ángulos de antena seleccionados. En otra forma de realización, la interferencia entre células es generada por señales de referencia específicas de célula (CRS) o el canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) del uno o más nodos adyacentes. En otra forma de realización, el sistema de circuitos informático puede estar configurado además para comunicar al UE un patrón de silenciamiento en el dominio del tiempo para la medición de RSRP y la medición de interferencias usando señalización RRC. En otra forma de realización, el sistema de circuitos informático puede estar configurado además para determinar una RSRQ basada en señal de referencia de información de estado de canal (CSI-RS) utilizando una CSI-RS de potencia distinta de cero y una medición de interferencias de información de estado de canal (CSI-IM). En otra forma de realización, el sistema de circuitos informático puede estar configurado además para recibir una RSRP para cada uno de una pluralidad de sub-CSI-RS. En otra forma de realización, el sistema de circuitos informático puede estar configurado además para calcular una RSRQ en relación con una inclinación hacia abajo seleccionada utilizando una RSRP que corresponde a la sub-CSI-RS.

La FIG. 11 utiliza un diagrama de flujo 1100 para ilustrar un procedimiento para determinar la inclinación hacia abajo usando MIMO FD en un eNodoB en una red celular. El procedimiento puede comprender transmitir una señal de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA) con ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados desde un grupo de antenas bidimensional del eNodoB, como en el bloque 1110. El procedimiento puede comprender además recibir, desde un equipo de usuario (UE), información de retroalimentación de potencia recibida de señal de referencia (RSRP) para cada uno de los ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados, como en el bloque 1120. El procedimiento también puede comprender recibir, desde el UE, información de retroalimentación de indicador de intensidad de señal recibida (RSSI), como en el bloque 1130. El procedimiento puede comprender además calcular una calidad recibida de señal de referencia (RSRQ) para cada uno de los ángulos de antena seleccionados usando la información de retroalimentación RSRP y la información de retroalimentación RSSI, como en el bloque 1140. El procedimiento puede comprender además seleccionar un ángulo de inclinación hacia abajo para transmitir datos desde el eNodoB con el mayor valor RSRQ, como en el bloque 1150.

En una forma de realización, el procedimiento puede comprender además recibir una RSRQ desde el UE y determinar una inclinación hacia abajo con la mayor relación de señal a ruido (SNR) o la mayor relación de señal a interferencia más ruido (SINR) en función de la RSRP y la RSRQ recibida. En una forma de realización, el procedimiento puede comprender además comunicar al UE un valor de inclinación hacia abajo para una CSI-RS para cada uno de los ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados que el UE va a utilizar para identificar el ángulo de inclinación hacia abajo con la mayor relación de señal a interferencia más ruido (SINR).

La FIG. 12 proporciona una ilustración de ejemplo de un dispositivo inalámbrico, tal como un equipo de usuario (UE), una estación móvil (MS), un dispositivo inalámbrico móvil, un dispositivo de comunicaciones móviles, un ordenador de tipo tableta, un microteléfono u otro tipo de dispositivo inalámbrico. El dispositivo inalámbrico puede incluir una o más antenas configuradas para la comunicación con un nodo o estación de transmisión, tal como una estación base (BS), un NodoB evolucionado (eNB), una unidad de banda base (BBU), un aparato de radio remoto (RRH), un equipo de radio remoto (RRE), una estación de retransmisión (RS), un equipo de radio (RE), una unidad de radio remota (RRU), un módulo de procesamiento central (CPM) u otro tipo de punto de acceso de red inalámbrica de área extensa (WWAN). El dispositivo inalámbrico puede estar configurado para comunicarse usando al menos una norma de comunicación inalámbrica, incluidas 3GPP LTE, WiMAX, Acceso por Paquetes de Alta Velocidad (HSPA), Bluetooth y WiFi. El dispositivo inalámbrico puede comunicarse usando antenas individuales para cada norma de comunicación inalámbrica o usando antenas compartidas para múltiples normas de comunicación inalámbrica. El dispositivo inalámbrico puede comunicarse en una red inalámbrica de área local (WLAN), una red inalámbrica de área personal (WPAN) y/o una WWAN.

La FIG. 12 proporciona también una ilustración de un micrófono y de uno o más altavoces que pueden usarse para la entrada y salida de audio en el dispositivo inalámbrico. La pantalla de visualización puede ser una pantalla de

cristal líquido (LCD) u otro tipo de pantalla, tal como una pantalla de diodos orgánicos de emisión de luz (OLED). La pantalla de visualización puede estar configurada como una pantalla táctil. La pantalla táctil puede usar una tecnología capacitiva, resistiva u otro tipo de tecnología de pantalla táctil. Un procesador de aplicaciones y un procesador de gráficos pueden acoplarse a la memoria interna para proporcionar capacidades de procesamiento y de visualización. Un puerto de memoria no volátil también puede usarse para proporcionar opciones de entrada/salida de datos a un usuario. El puerto de memoria no volátil también puede usarse para ampliar las capacidades de memoria del dispositivo inalámbrico. Un teclado puede estar integrado en el dispositivo inalámbrico o estar conectado de manera inalámbrica al dispositivo inalámbrico para proporcionar una entrada de usuario adicional. También puede proporcionarse un teclado virtual usando la pantalla táctil.

Diversas técnicas, o determinados aspectos o partes de las mismas, pueden adoptar la forma de código de programa (es decir, instrucciones) almacenado en un medio tangible, tales como discos flexibles, CD-ROM, discos duros, medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios o cualquier otro medio de almacenamiento legible por máquina en los que, cuando el código de programa se carga en y se ejecuta mediante una máquina, tal como un ordenador, la máquina se convierte en un aparato que lleva a la práctica las diversas técnicas. En el caso de la ejecución de código de programa en ordenadores programables, el dispositivo informático puede incluir un procesador, un medio de almacenamiento legible por el procesador (incluidas memorias volátiles y no volátiles y/o elementos de almacenamiento), al menos un dispositivo de entrada y al menos un dispositivo de salida. La memoria volátil y no volátil y/o los elementos de almacenamiento pueden ser una RAM, una EPROM, una unidad flash, una unidad óptica, una unidad de disco magnético u otro medio para almacenar datos electrónicos. La estación base y la estación móvil también pueden incluir un módulo transceptor, un módulo contador, un módulo de procesamiento y/o un módulo de reloj o módulo temporizador. Uno o más programas que pueden implementar o utilizar las diversas técnicas descritas en el presente documento pueden usar una interfaz de programación de aplicaciones (API), controles reutilizables y similares. Tales programas pueden implementarse en un lenguaje de programación procedural u orientado a objetos de alto nivel para comunicarse con un sistema informático. Sin embargo, el/los programa(s) puede(n) implementarse en lenguaje ensamblador o máquina, si se desea. En cualquier caso, el lenguaje puede ser un lenguaje compilado o interpretado, y combinarse con implementaciones en hardware.

Debe entenderse que muchas de las unidades funcionales descritas en esta especificación se han etiquetado como módulos con el fin de enfatizar de manera más particular su independencia de implementación. Por ejemplo, un módulo puede implementarse como un circuito de hardware que comprende circuitos VLSI o matrices de puertas personalizables, semiconductores estándar tales como chips lógicos, transistores u otros componentes discretos. Un módulo también puede implementarse en dispositivos de hardware programables tales como matrices de puertas programables *in situ*, lógica matricial programable, dispositivos lógicos programables o similares.

Los módulos también pueden implementarse mediante software para ejecutarse con varios tipos de procesadores. Un módulo identificado de código ejecutable puede comprender, por ejemplo, uno o más bloques físicos o lógicos de instrucciones informáticas que, por ejemplo, pueden organizarse como un objeto, procedimiento o función. Sin embargo, los ejecutables de un módulo identificado no tienen que estar ubicados físicamente juntos, sino que pueden comprender diferentes instrucciones almacenadas en diferentes ubicaciones que, cuando se unen de manera lógica entre sí, comprenden el módulo y consiguen el objetivo propuesto del módulo.

De hecho, un módulo de código ejecutable puede ser una única instrucción, o muchas instrucciones, e incluso puede estar distribuido en varios segmentos de código diferentes, entre diferentes programas y en varios dispositivos de memoria. Asimismo, los datos de funcionamiento pueden haberse identificado e ilustrado en el presente documento dentro de módulos, y pueden adoptar cualquier forma adecuada y organizarse dentro de cualquier tipo adecuado de estructura de datos. Los datos de funcionamiento pueden recopilarse con un único conjunto de datos, o pueden distribuirse por diferentes ubicaciones, incluidos diferentes dispositivos de almacenamiento, y pueden existir, al menos parcialmente, simplemente como señales electrónicas en un sistema o red. Los módulos pueden ser pasivos o activos, incluidos agentes que pueden hacerse funcionar para realizar funciones deseadas.

La referencia que se hace a lo largo de esta memoria descriptiva a "un ejemplo" significa que una propiedad, estructura o característica particular descrita en relación con el ejemplo está incluida en al menos una forma de realización de la presente invención. Por tanto, no todas las veces que aparece la expresión "en un ejemplo" en varias partes de esta memoria descriptiva se hace referencia necesariamente a la misma forma de realización.

Tal y como se usa en el presente documento, una pluralidad de componentes, elementos estructurales, elementos constitutivos y/o materiales pueden presentarse en una lista común para una mayor comodidad. Sin embargo, debe considerarse que cada elemento de la lista se identifica de manera individual como un elemento diferente y único. Por tanto, ningún elemento individual de esta lista debe considerarse como una equivalencia establecida de cualquier otro elemento de la misma lista solamente en función de su presentación en un grupo común si no se indica lo contrario. Además, en el presente documento puede hacerse referencia a varias formas de realización y ejemplos de la presente invención junto con alternativas para los diversos componentes de las mismas. Evidentemente, tales formas de realización, ejemplos y alternativas no deben considerarse como equivalencias establecidas entre sí, sino como representaciones diferentes y autónomas de la presente invención.

Además, las propiedades, estructuras o características descritas pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más formas de realización. En la descripción se han proporcionado numerosos detalles específicos, tales como ejemplos de diseños, distancias, ejemplos de redes, etc. para proporcionar un entendimiento minucioso de las formas de realización de la invención. Sin embargo, los expertos en la técnica reconocerán que la invención puede

5 llevarse a la práctica sin uno o más de los detalles específicos, o con otros procedimientos, componentes, diseños, etc. En otros casos, estructuras, materiales u operaciones ampliamente conocidos no se muestran o describen en detalle para no oscurecer aspectos de la invención.

Aunque los anteriores ejemplos ilustran los principios de la presente invención en una o más aplicaciones

10 particulares, a los expertos en la técnica les resultará evidente que pueden realizarse numerosas modificaciones en la forma, uso y detalles de implementación sin utilizar la facultad inventiva y sin apartarse de los principios y conceptos de la invención. Por consiguiente, la invención solo está limitada por las reivindicaciones descritas a continuación.

**REIVINDICACIONES**

1. Un equipo de usuario, UE, que puede hacerse funcionar para comunicar información de señal de referencia para ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados a un NodoB mejorado, eNodoB, de una red celular, presentando un sistema de circuitos informático configurado para:
- 5 recibir, en el UE, una pluralidad de señales de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia, OFDMA, donde cada señal OFDMA recibida se transmite con un ángulo de inclinación hacia abajo seleccionado desde un grupo de antenas bidimensional (102b) del NodoB mejorado, eNodoB;
- 10 comunicar, al eNodoB, información de retroalimentación de potencia recibida de señal de referencia, RSRP, para cada una de las señales OFDMA recibidas en los ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados;
- comunicar, al eNodoB, información de retroalimentación de indicador de intensidad de señal recibida, RSSI, para permitir que el UE reciba las señales OFDMA desde el grupo de antenas bidimensional en un ángulo de inclinación hacia abajo con una mayor relación de señal a interferencia más ruido, SINR;
- 15 determinar interferencias procedentes de uno o más nodos adyacentes al eNodoB en la red celular usando una señal de sincronización primaria, PSS, o una señal de sincronización secundaria, SSS, con un patrón de silenciamiento en el dominio de tiempo para la medición de RSRP y de interferencias;
- incluir las interferencias procedentes de uno o más nodos adyacentes al eNodoB en la red celular calculando la RSSI sumando una potencia recibida media medida a partir de una señal de referencia de información de estado de canal, CSI-RS, de potencia distinta de cero, NZP, y un recurso de medición de interferencias, IMR;
- 20 y  
usar una pluralidad de sub-IMR para promediar la interferencia y para probar una o más interferencias entre células, donde cada uno de la pluralidad de sub-IMR es una parte del IMR e incluye una subtrama, un índice de bloque de recursos físicos, PRB, y un índice de elemento de recurso, RE.
- 25 2. El equipo de usuario según la reivindicación 1, configurado además para calcular la RSSI sumando la RSRP y una potencia recibida media medida a partir de un elemento de recurso, RE, de recurso de medición de interferencias, IMR.
- 30 3. El equipo de usuario según la reivindicación 1, configurado además para:
- determinar una región de promediación para una inclinación hacia abajo del uno o más nodos adyacentes;
- 35 calcular la RSSI para uno de los ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados en cada uno de la pluralidad de sub-IMR.
4. El equipo de usuario según la reivindicación 3, configurado además para recibir una sub-CSI-RS para cada uno de los ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados, donde la sub-CSI-RS es una parte de la CSI-RS e incluye una subtrama, un índice de bloque de recursos físicos, PRB y un índice de elemento de recurso, RE.
- 40 5. El equipo de usuario según la reivindicación 4, configurado además para:
- filtrar la RSRP en función de cada sub-CSI-RS; y  
comunicar la RSRP filtrada al eNodoB.
- 45 6. El equipo de usuario según la reivindicación 1, configurado además para:
- recibir la PSS o la SSS a través de señalización de control de recursos radioeléctricos, RRC.
- 50 7. El equipo de usuario según la reivindicación 1, donde cada nodo de la red tiene un patrón diferente de silenciamiento en el dominio del tiempo.
8. Un NodoB mejorado, eNodoB, que puede hacerse funcionar para determinar una inclinación hacia abajo utilizando múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, de dimensionalidad completa, FD, en una red celular, presentando un sistema de circuitos informático configurado para:
- 55 transmitir una pluralidad de señales de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia, OFDMA, donde cada señal OFDMA transmitida se transmite con un ángulo de inclinación hacia abajo seleccionado desde un grupo de antenas bidimensional (102a) del eNodoB;
- 60 recibir, desde un equipo de usuario, UE, información de retroalimentación de potencia recibida de señal de referencia, RSRP, para cada una de las señales OFDMA transmitidas en los ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados;
- recibir, desde el UE, información de retroalimentación de indicador de intensidad de señal recibida, RSSI;
- 65 calcular una calidad recibida de señal de referencia, RSRQ, para cada uno de los ángulos de antena seleccionados usando la información de retroalimentación RSRP y la información de retroalimentación RSSI;
- calcular un valor de interferencia entre nodos inferido para uno o más nodos adyacentes en la red celular en función de los ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados;

- seleccionar un ángulo de inclinación hacia abajo para transmitir, desde el eNodoB al UE, los datos con la mayor relación de señal a interferencia más ruido, SINR;  
determinar una RSRQ basada en señal de referencia de información de estado de canal, CSI-RS, utilizando una CSI-RS de potencia distinta de cero, NZP, y una medición de interferencias de información de estado de canal, CSI-IM;
- 5 calcular una RSRQ en relación con una inclinación hacia abajo seleccionada utilizando una RSRP que corresponde a la sub-CSI-RS, donde el UE incluye interferencias procedentes de uno o más nodos adyacentes al eNodoB en la red celular calculando la RSSI sumando una potencia recibida media medida a partir de la CSI-RS NZP y un recurso de medición de interferencias, IMR, y utiliza una pluralidad de sub-IMR para promediar la interferencia y probar una o más interferencias entre células, donde cada uno de la pluralidad de sub-IMR es una parte del IMR e incluye una subtrama, un índice de bloque de recursos físicos, PRB, y un índice de elemento de recurso, RE.
- 10
9. El NodoB mejorado según la reivindicación 8, en el que la interferencia entre células es generada por señales de referencia específicas de célula, CRS, o el canal físico compartido de enlace descendente, PDSCH, del uno o más nodos adyacentes.
- 15
10. El NodoB mejorado según la reivindicación 8, configurado además para comunicar al UE un patrón de silenciamiento en el dominio de tiempo para la medición de RSRP y la medición de interferencias usando señalización RRC.
- 20
11. El NodoB mejorado según la reivindicación 8, configurado además para:
- 25 recibir una RSRP para cada una de una pluralidad de sub-CSI-RS.
12. Un procedimiento para determinar una inclinación hacia abajo utilizando múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, de dimensionalidad completa, FD, de un NodoB evolucionado, eNodoB, en una red celular, que comprende:
- 30 transmitir una señal de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia, OFDMA, en ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados desde un grupo de antenas bidimensional del eNodoB;  
recibir, desde un equipo de usuario, UE, información de retroalimentación de potencia recibida de señal de referencia, RSRP, para cada uno de los ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados;  
recibir, desde el UE, información de retroalimentación de indicador de intensidad de señal recibida, RSSI;  
35 calcular una calidad recibida de señal de referencia, RSRQ, para cada uno de los ángulos de antena seleccionados usando la información de retroalimentación RSRP y la información de retroalimentación RSSI;  
seleccionar un ángulo de inclinación hacia abajo para transmitir datos desde el eNodoB con el mayor valor RSRQ;  
determinar interferencias procedentes de uno o más nodos adyacentes al eNodoB en la red celular usando una señal de sincronización primaria, PSS, o una señal de sincronización secundaria, SSS, con un patrón de silenciamiento en el dominio de tiempo para RSRP y la medición de interferencias;  
40 calcular una RSRQ en relación con una inclinación hacia abajo seleccionada utilizando una RSRP que corresponde a la sub-CSI-RS, donde el UE incluye interferencias procedentes de uno o más nodos adyacentes al eNodoB en la red celular calculando la RSSI sumando una potencia recibida media medida a partir de la CSI-RS NZP y un recurso de medición de interferencias, IMR, y utiliza una pluralidad de sub-IMR para promediar la interferencia y probar una o más interferencias entre células, donde cada uno de la pluralidad de sub-IMR es una parte del IMR e incluye una subtrama, un índice de bloque de recursos físicos, PRB, y un índice de elemento de recurso, RE.
- 45
13. El procedimiento según la reivindicación 12, que comprende además:
- 50 recibir una RSRQ desde el UE; y  
determinar una inclinación hacia abajo con la mayor relación de señal a ruido, SNR, o la relación de señal a interferencia más ruido, SINR, en función de la RSRP y la RSRQ recibida.
- 55 14. El procedimiento según la reivindicación 12, que comprende además comunicar al UE un valor de inclinación hacia abajo para una CSI-RS para cada uno de los ángulos de inclinación hacia abajo seleccionados que el UE va a utilizar para identificar el ángulo de inclinación hacia abajo con la mayor relación de señal a interferencia más ruido, SINR.

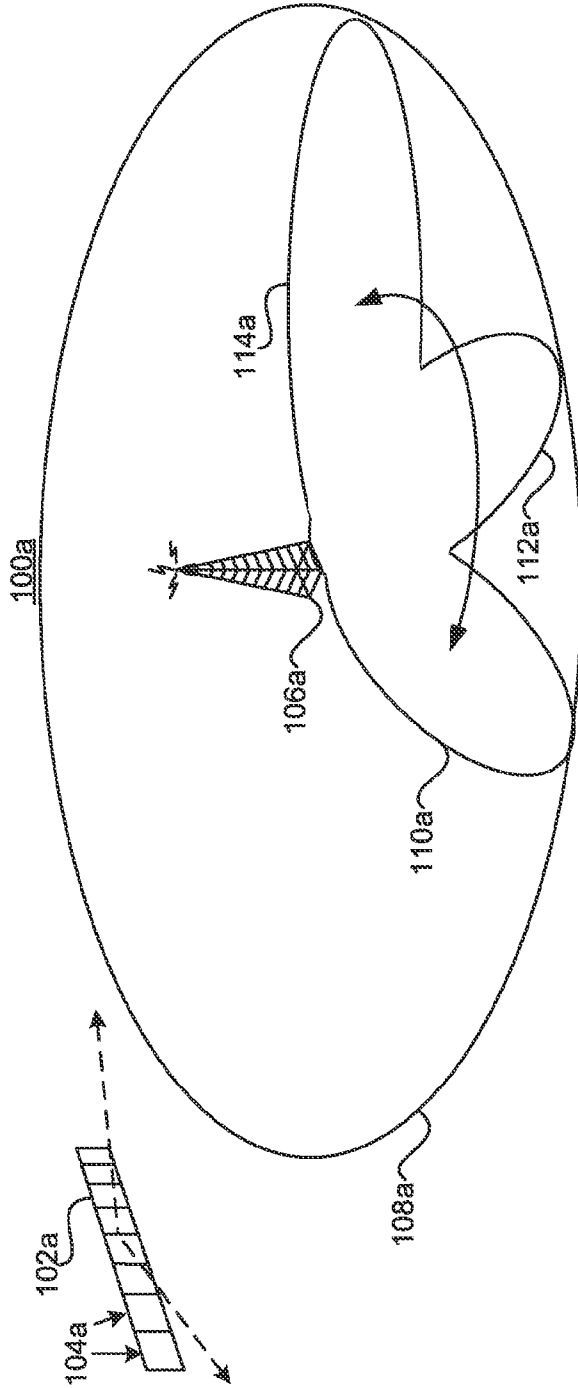


FIG. 1A

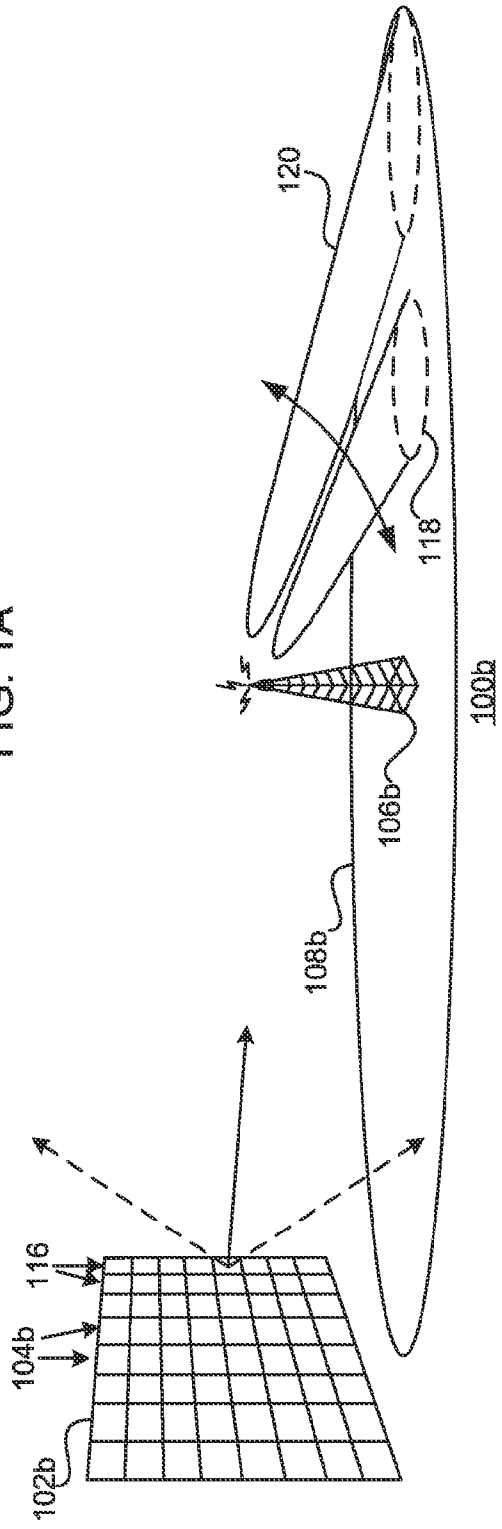


FIG. 1B

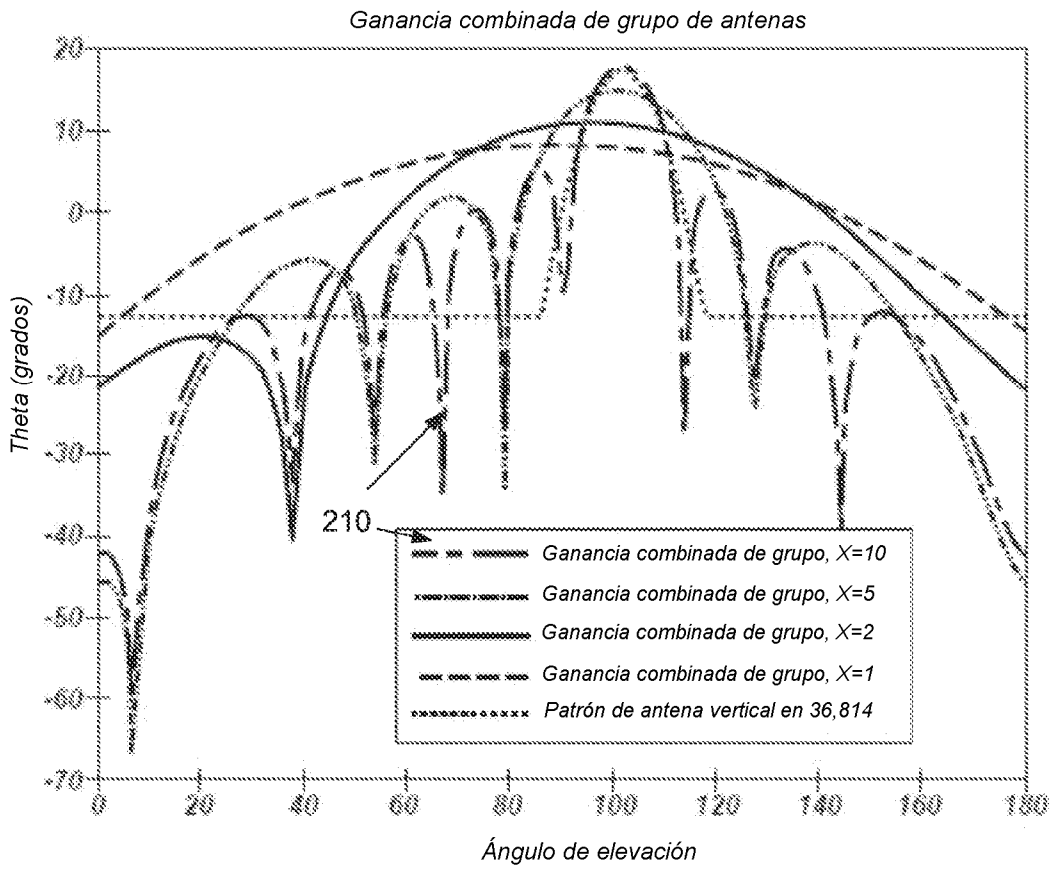


FIG. 2

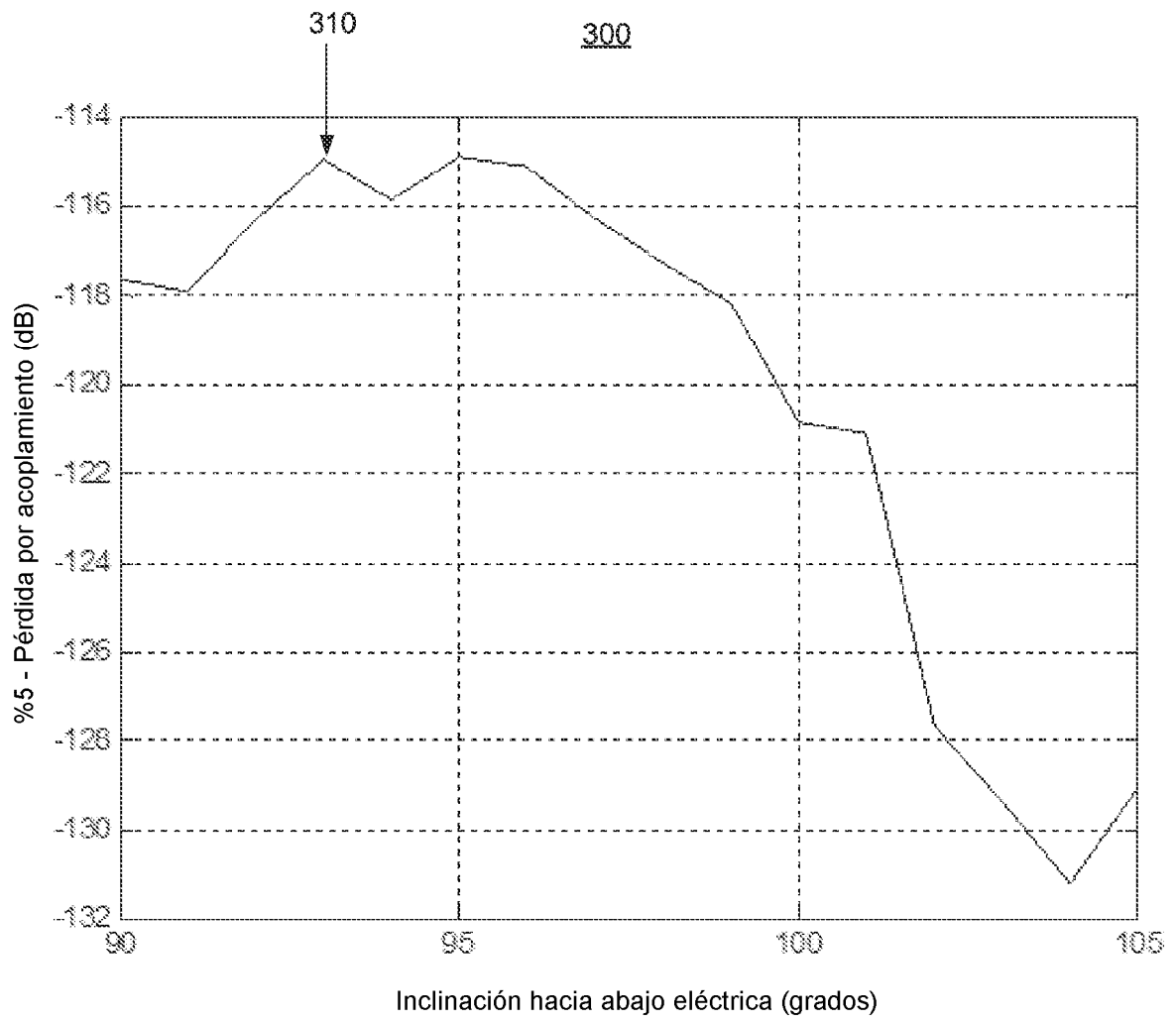


FIG. 3



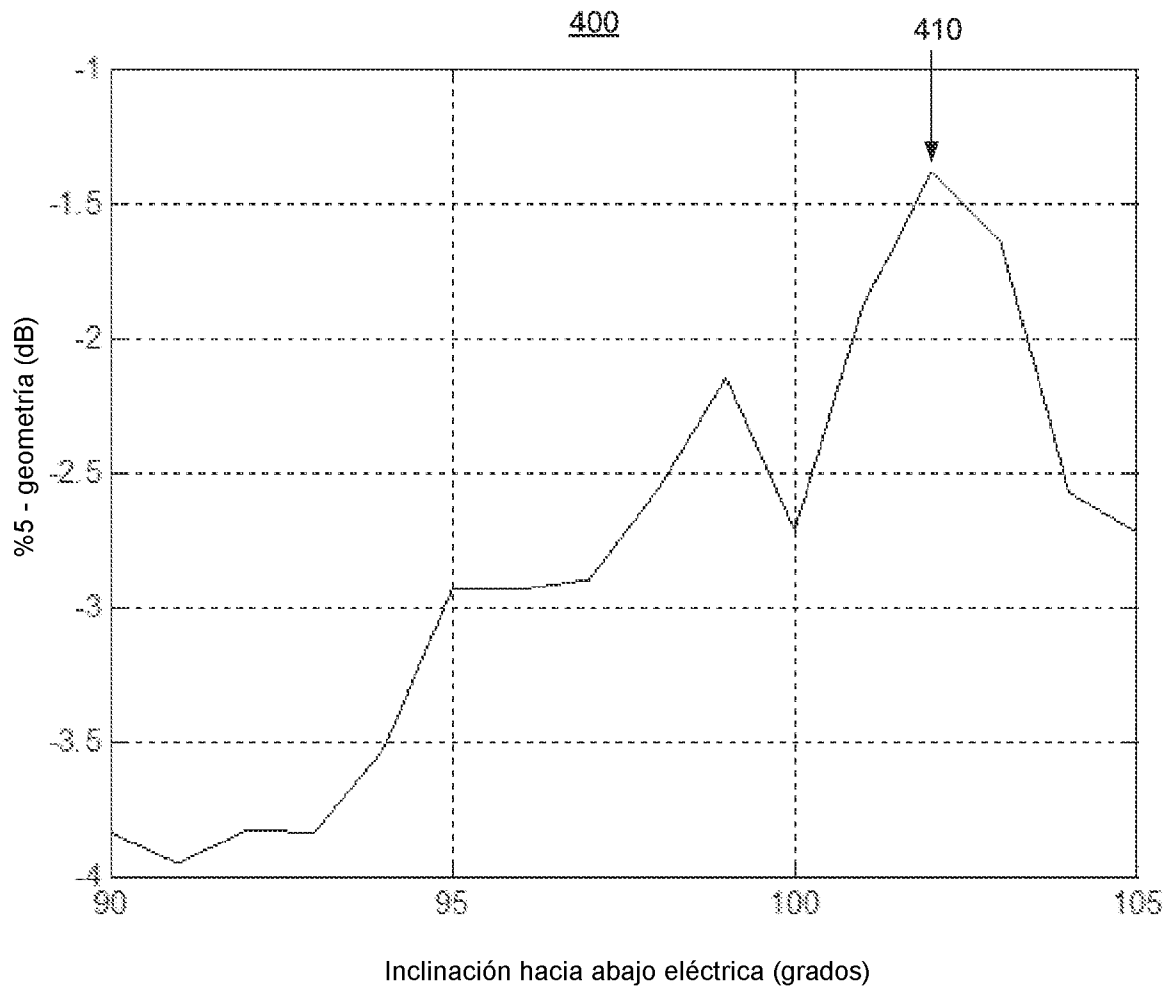


FIG. 4

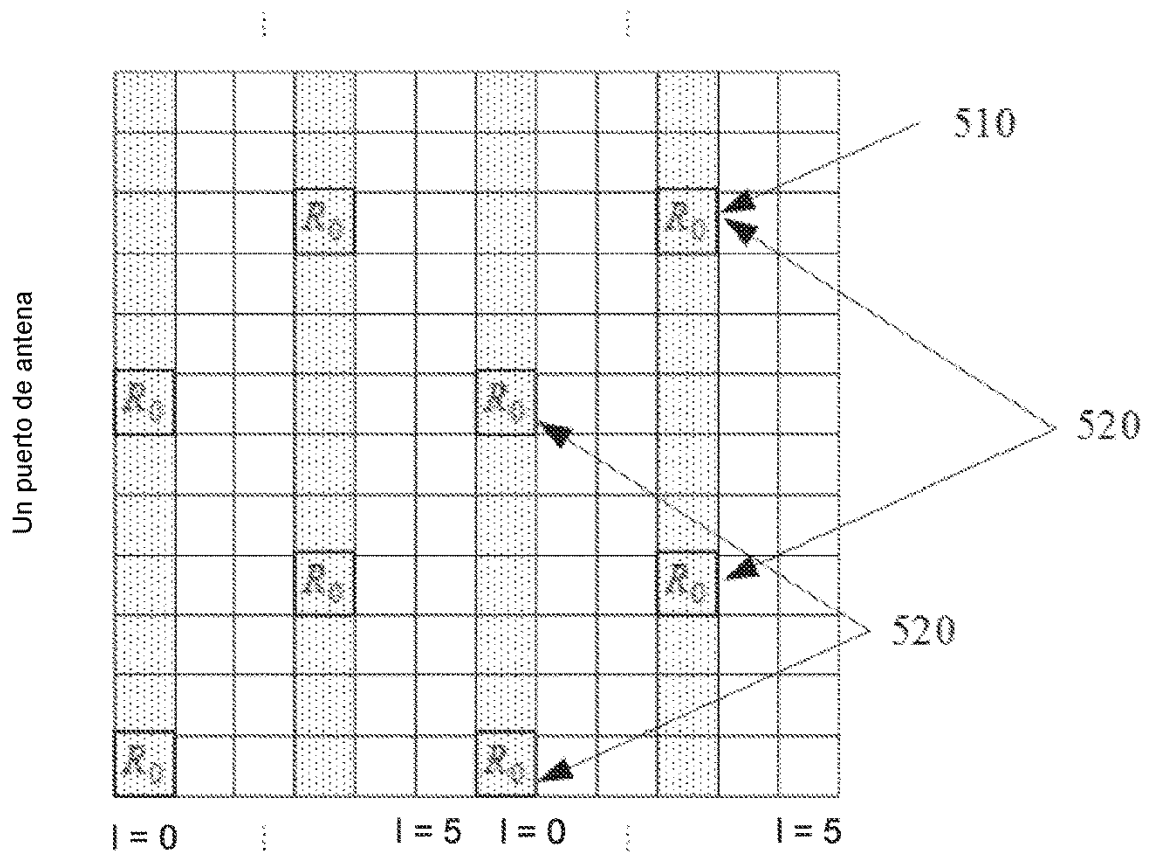


FIG. 5

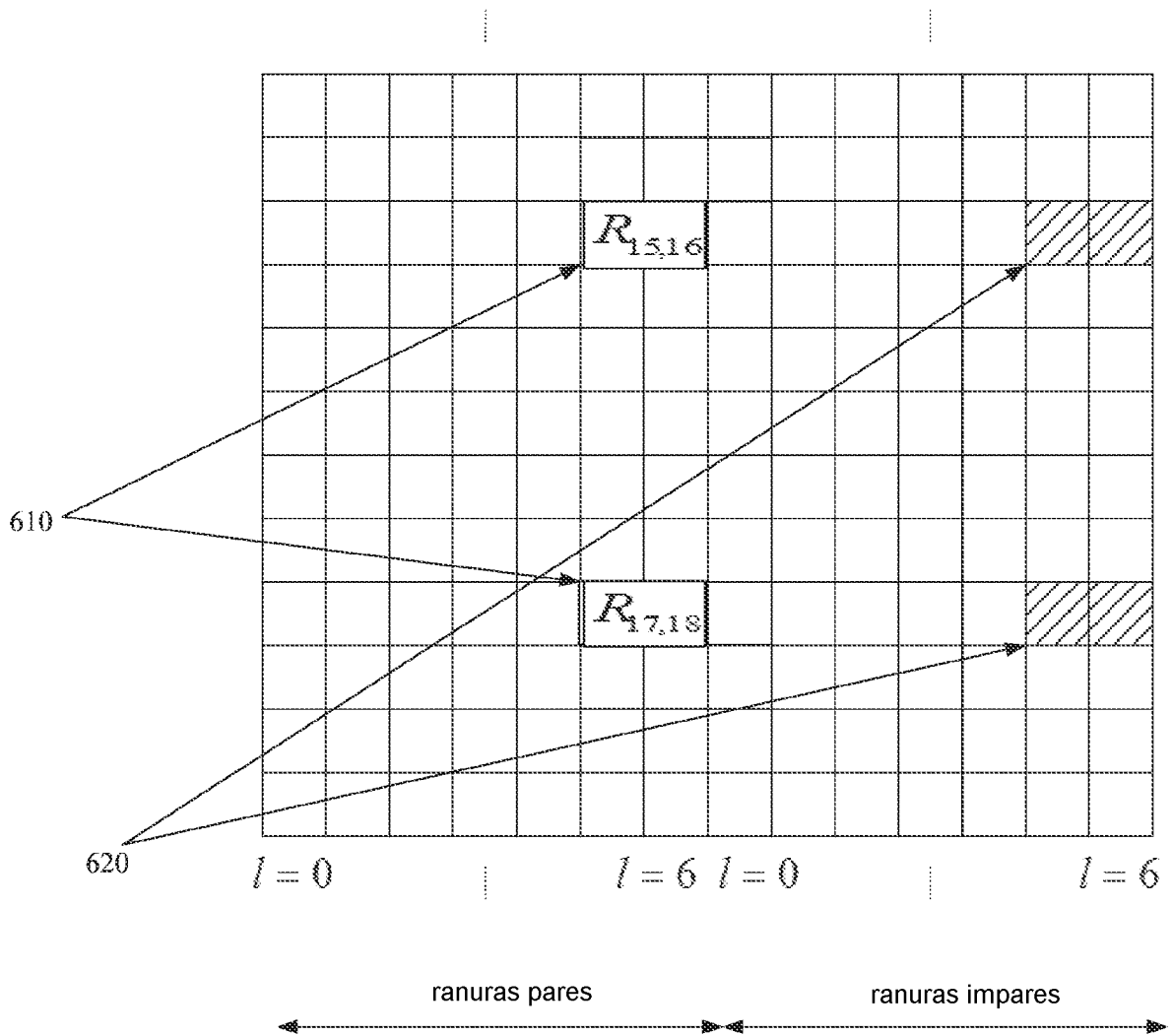


FIG. 6

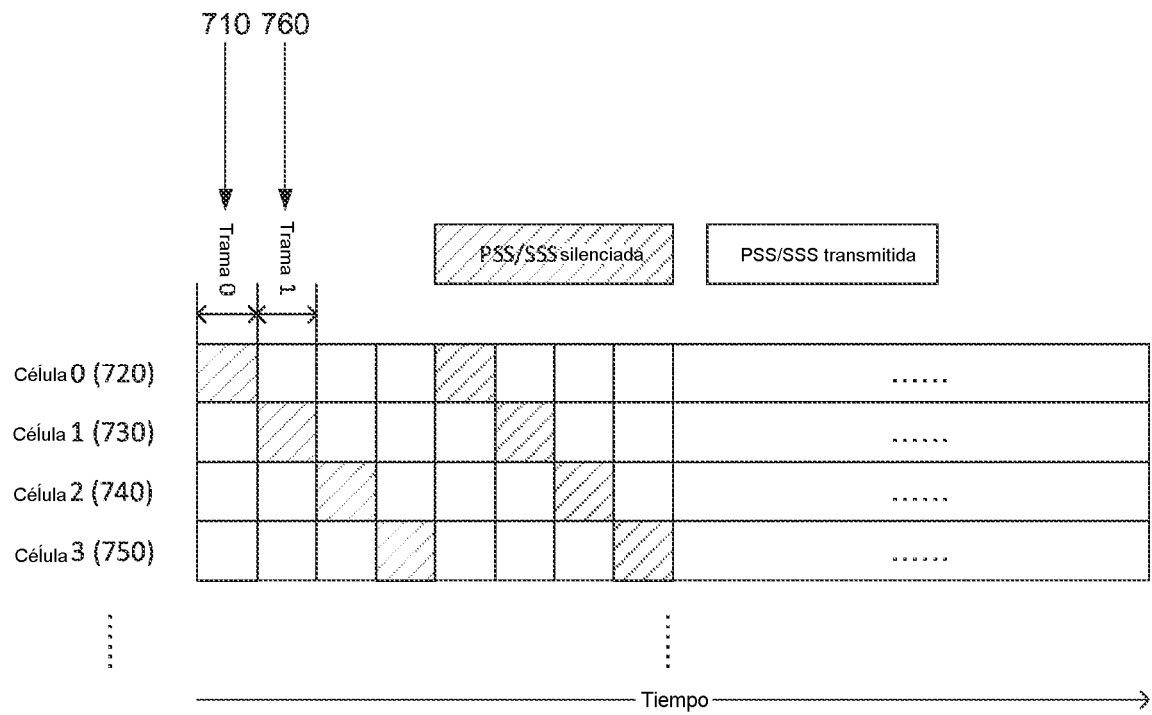


FIG. 7

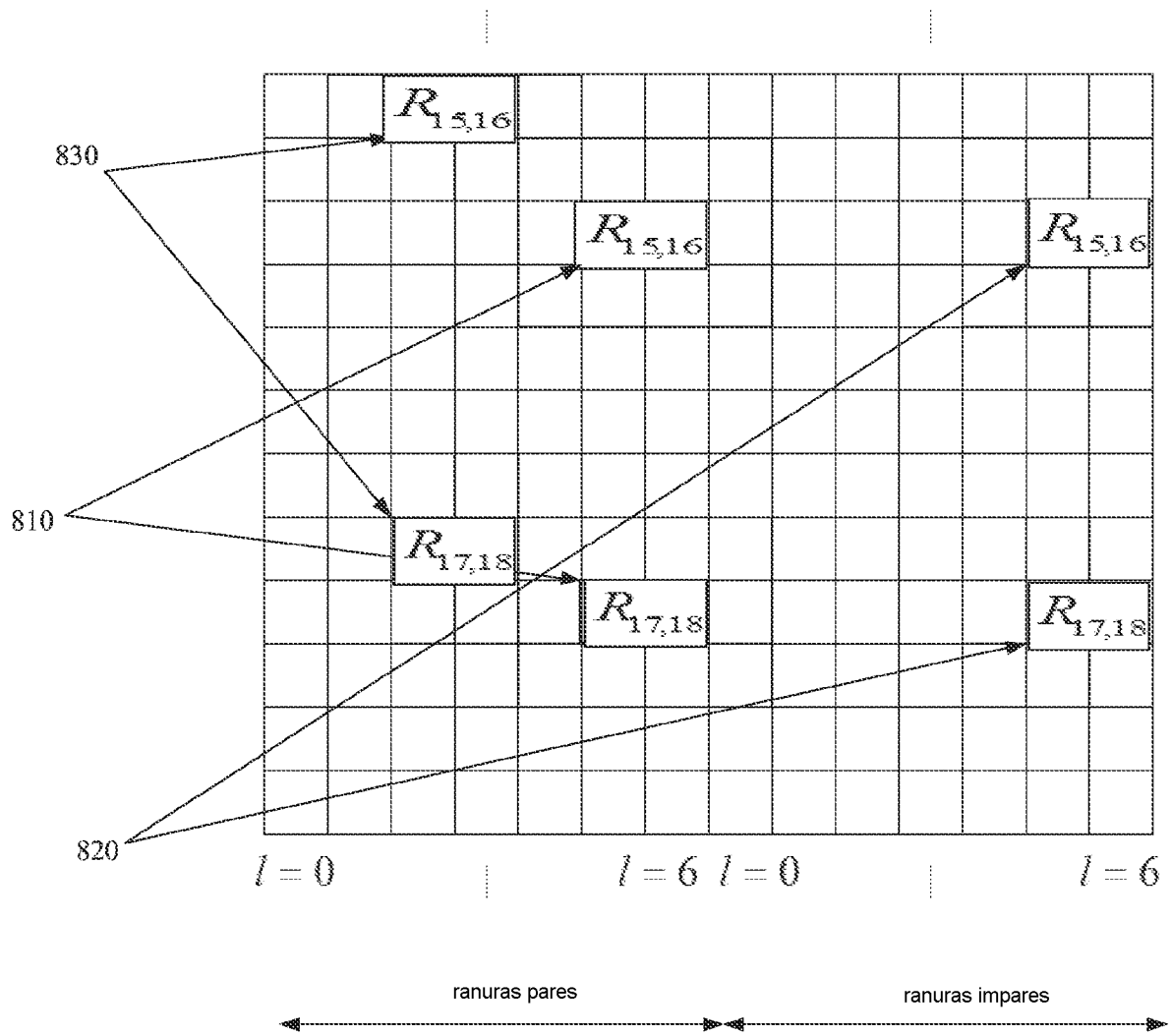


FIG. 8

900

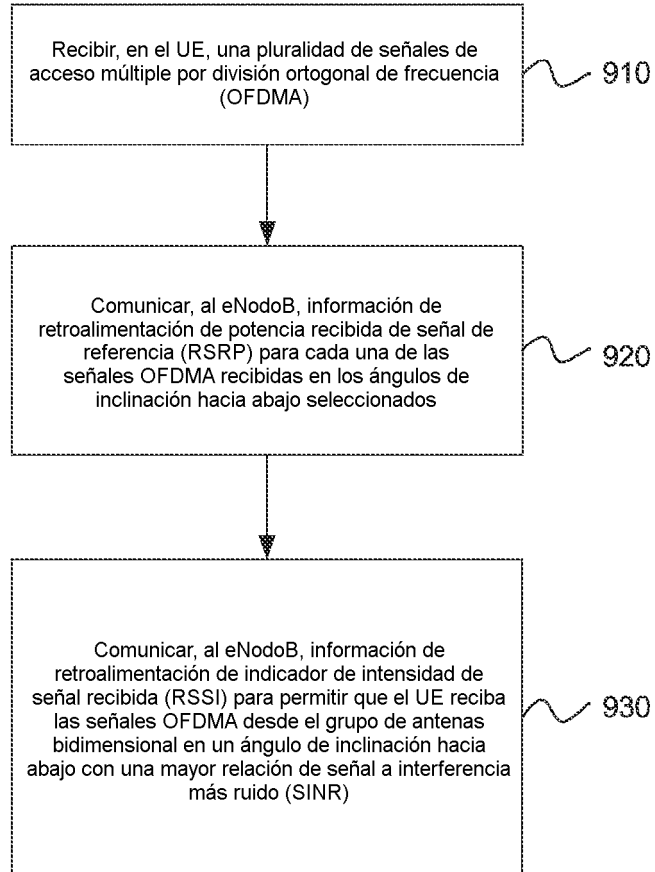
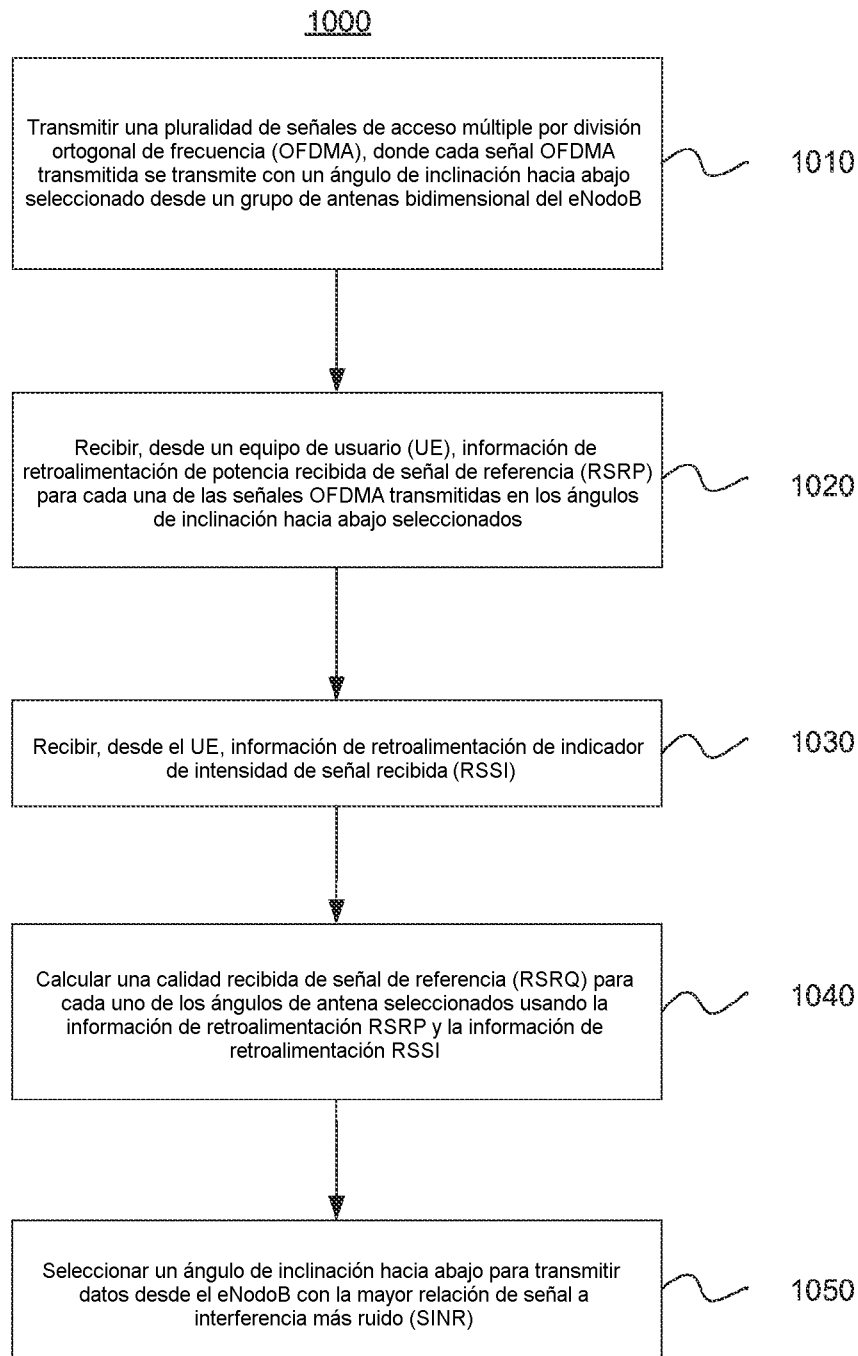


FIG. 9



**FIG. 10**

1100

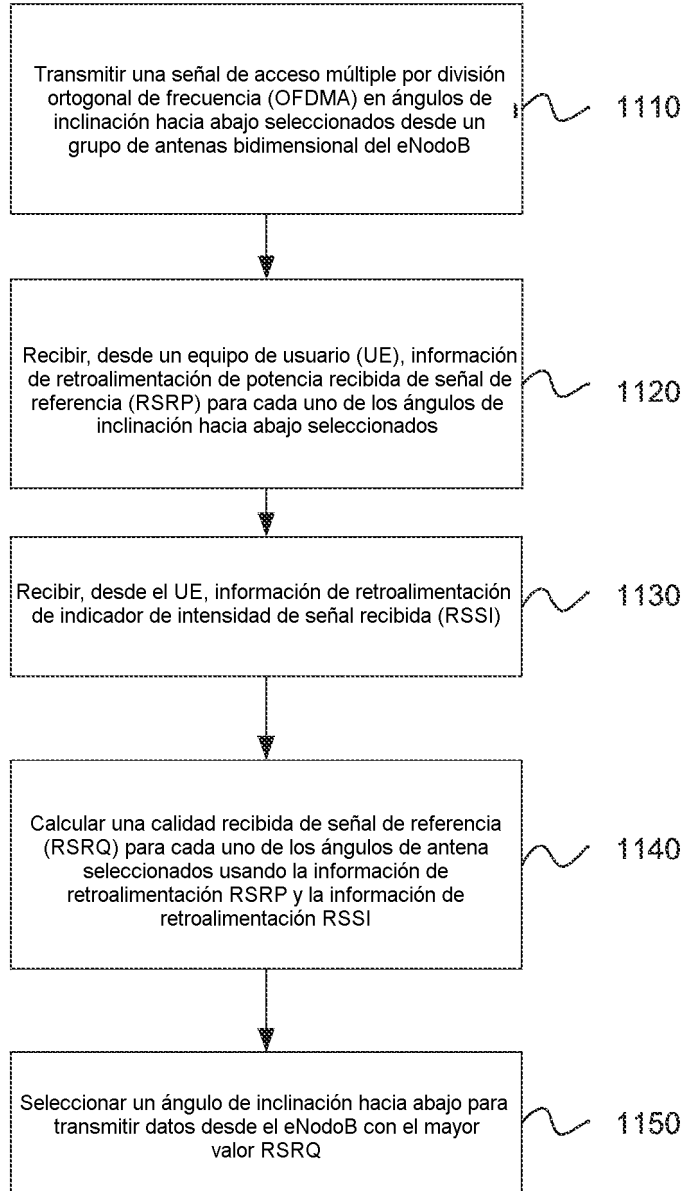


FIG. 11



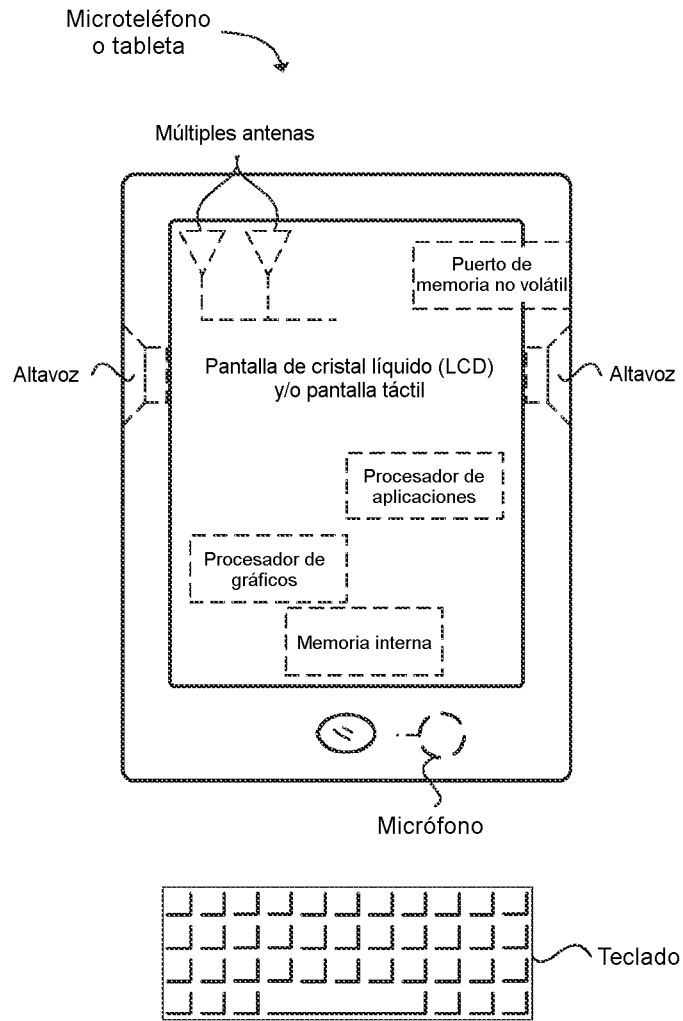


FIG. 12