(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 535 130**

(51) Int. Cl.:
H04W 24/02 (2009.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2012** **E 12847724 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015** **EP 2661923**

(54) Título: **Minimización de las pruebas de campo para cobertura de enlace ascendente**

(30) Prioridad:

07.11.2011 US 201161556518 P
06.11.2012 US 201213670394

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.05.2015

(73) Titular/es:

MEDIATEK INC. (100.0%)
No. 1, Dusing Road 1st Science-Based Industrial Park
Hsin-Chu 300 , TW

(72) Inventor/es:

HWANG, CHIEN-HWA;
TSAI, MENG-YING y
JOHANSSON, PER JOHAN MIKAEL

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 535 130 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

Minimización de las pruebas de campo para cobertura de enlace ascendente

SECTOR TÉCNICO

Las realizaciones dadas a conocer se refieren, en general, a la minimización de las pruebas de campo (MDT, minimization of drive test) y, más en particular, a MDT para cobertura de enlace ascendente.

ANTECEDENTES

El sistema de evolución a largo plazo (LTE, long term evolution) del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP, 3rd Generation Partnership Project), introducido como 3GPP versión 8, es un sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS, universal mobile telecommunication system) mejorado. Un sistema LTE ofrece elevadas velocidades de transferencia de datos de pico, baja latencia, capacidad mejorada del sistema y bajo coste de funcionamiento, que resultan de una arquitectura de red simple. En el sistema LTE, una red de acceso de radio terrestre universal evolucionada (E-UTRAN, evolved universal terrestrial radio access network) incluye una serie de nodos B evolucionados (eNodoBs) que comunican con una serie de estaciones móviles, denominadas equipo de usuario (UE, user equipment). 3GPP introduce nuevas características a efectos de ayudar a los operadores del sistema LTE para optimizar adicionalmente la planificación de la red de una manera eficaz desde el punto de vista económico. La minimización de las pruebas de campo (MDT) es una de las características en las que los UEs reúnen mediciones y notifican información de mediciones a sus eNodoBs.

A partir del documento "MDT Uplink Network measurements" (mediciones de red de enlace ascendente MDT) publicado con el expediente número R2-112186 por 3GPP en abril de 2011 (11 al 15) durante una reunión de TSG-RAN WG2 en Shanghái, China (fuente MediaTek), se conoce disponer un procedimiento realizado por una estación base dentro de un marco de minimización de las pruebas de campo (MDT). El procedimiento conocido comprende las etapas de:

establecer una conexión de control de recursos de radio (RRC, radio resource control) con un equipo de usuario (UE) en una red de comunicación móvil, donde la estación base está involucrada en las mediciones de minimización de las pruebas de campo (MDT) y en el registro;

recibir desde el UE un informe de margen potencia (PHR, power headroom report); y

llevar a cabo mediciones de enlace ascendente que involucran la medición de la potencia de interferencia recibida (RIP, received interference power) de enlace ascendente.

A partir del documento "Discussion on architecture for MDT" (discusión sobre la arquitectura para MDT) publicado con el expediente número R2-095779 por 3GPP en octubre de 2009 (12 al 16) durante una reunión del TSG-RAN WG2 en Miyazaki, Japón (fuente Ericsson), se conoce proporcionar la característica de notificar resultados de medición de enlace ascendente a un servidor MDT para determinar la cobertura del enlace ascendente.

A partir del documento de especificación técnica "TS 37.320, V 10.3.0", publicado en septiembre de 2009 por 3GPP, en particular a partir de par. 5.5.2.1 "Demodulation reference signal for PUSH" (desmodulación de señal de referencia para PUSH), se describe cómo se define la secuencia de señal de referencia de desmodulación en el canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH).

MDT ha estado funcionando en 3GPP para contribuir a la optimización de redes. La optimización de redes se realiza tradicionalmente mediante pruebas de campo manuales, lo cual es costoso y provoca emisiones de CO_2 adicionales. La esencia de la característica MDT es proporcionar, para terminales móviles normales, la posibilidad de grabar y registrar información relevante para las comunicaciones de radio de los terminales móviles, correlacionada con la localización geográfica de los terminales móviles. La característica MDT permite a los UEs realizar actividades de operaciones, administración y mantenimiento (OAM, Operations, Administration, and Maintenance), tales como detección en el entorno, mediciones, registro y grabación con propósitos de OAM, lo que incluye propósitos de optimización y gestión de recursos de radio (RRM, radio resource management).

Entre las diversas características MDT, se puede utilizar MDT para análisis de cobertura de enlace ascendente (UL). De acuerdo con el elemento de trabajo MDT de la versión 11 de 3GPP (Rel-11 LTE), el caso de utilización de cobertura de UL se debería implementar de acuerdo con los siguientes objetivos y requisitos. El primer objetivo es identificar una cobertura de UL débil. El segundo objetivo es llevar a cabo un mapeo de cobertura de UL, es decir, mostrar el rendimiento de radio de UL medido y la localización geográfica. El tercer objetivo es identificar si la cobertura de UL está limitada por atenuación en el trayecto o condiciones de interferencia por exceso de señal, polución de pilotos y celdas en solapamiento.

En la versión 10 del LTE, la medición del margen de potencia (PH, power headroom) mediante el UE (véase 3GPP TS 36.213) estaba incluida para el caso de utilización de cobertura de UL de MDT. El informe del margen de potencia (PHR) es un mecanismo aplicado habitualmente para el control de potencia en sistemas de comunicaciones OFDM. En los sistemas OFDM, es necesario mantener la potencia de transmisión de cada UE en un cierto nivel, y regulada por la red. Sin embargo, la potencia de transmisión máxima para cada UE es diferente en función de la capacidad del UE. PHR se utiliza para configurar el UE a efectos de proporcionar su capacidad de potencia y utilización para la red. Un UE utiliza un mecanismo PHR para proporcionar periódicamente a su estación base de servicio (eNodoB) su valor de PH, que se define como la diferencia de potencia entre la potencia de transmisión máxima configurada por el UE y la potencia actual de transmisión del UE calculada por el UE. En base al valor de PH recibido, el eNodoB puede regular la potencia de transmisión del UE con una asignación de recursos adecuada.

Además del control de potencia, se puede utilizar PHR para análisis de cobertura de UL de MDT. Sin embargo, la técnica actual es insuficiente para un análisis preciso de la cobertura de UL. Se considera que las mediciones de PH marcadas con las localizaciones de UE son la única información disponible para el servidor MDT. Para identificar áreas de cobertura débil de UL, el servidor de MDT examinará cuidadosamente aquellos PHR con valores negativos, a efectos de averiguar si las localizaciones marcadas están dentro de áreas de cobertura de UL débil. Sin embargo, dado que la información disponible es limitada, es difícil que el servidor MDT realice una buena estimación de la cobertura de UL. Como resultado, se pueden producir a menudo faltas de detección y falsas alarmas.

Por ejemplo, considérese un UE que está en un área de cobertura débil y transmite datos con un tamaño de bloque de transporte (TBS, transport block size) pequeño. El valor de PH notificado por el UE puede ser no negativo, debido a la baja potencia de transmisión necesaria para un TBS pequeño. Esto conduce a una falta de detección. En otro ejemplo, se produce una falsa detección cuando un UE está en una área de cobertura de UL buena y envía a datos con TBS grande o bajo un nivel de interferencia elevada. El UE necesitaría una potencia de transmisión elevada para mantener la calidad de la comunicación, lo que puede dar lugar a un valor de PH negativo. Se busca una solución para ayudar al servidor MDT a conseguir los objetivos y requisitos para determinar la cobertura de UL.

RESUMEN

La solución buscada se proporciona para el lado de la estación base mediante un procedimiento que comprende las características de la reivindicación 1, y mediante una estación base que comprende las características de la reivindicación 7. La solución buscada se proporciona para el UE mediante un procedimiento de comprende las características de la reivindicación 12. Por consiguiente, se da a conocer un procedimiento para utilizar mediciones de enlace ascendente adicionales para cobertura de UL de MDT. Una estación base (eNodoB) establece una conexión de control de recursos de radio (RRC) con un equipo de usuario (UE) en una red de comunicación móvil. El eNodoB y el UE están configurados para minimización de las pruebas de campo (MDT). El eNodoB recibe del UE un informe de margen de potencia (PHR) correspondiente a un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH), y envía el PHR a un servidor MDT. En un ejemplo, el PHR está marcado con información de la localización del UE. El eNodoB lleva a cabo la medición de RSRP/RSRQ de enlace ascendente de una señal de referencia de desmodulación (DM-RS) asignada en el PUSCH. La medición de enlace ascendente involucra asimismo la medición de la potencia de interferencia recibida (RIP, Received Interference Power) de enlace ascendente, asociada con el PUSCH. El eNodoB notifica a continuación los resultados de la medición de enlace ascendente al servidor MDT. El servidor MDT puede determinar la cobertura de enlace ascendente en base al PHR y a los resultados de la medición de enlace ascendente.

En una realización, las mediciones de RSRP de enlace ascendente están basadas en señales de referencia recibidas, tales como una señal de referencia de desmodulación (DM-RS). La medición de RSRP de la DM-RS se define como la suma o promedio lineal de las contribuciones de potencia (en [W]) de los elementos de recurso que transportan la DM-RS de PUSCH dentro de la duración temporal y del ancho de banda de frecuencia de la medición considerada. A partir del PHR y de los índices de PRB del PUSCH, se puede obtener la potencia promedio de transmisión del UE para el PUSCH por unidad de frecuencia (por ejemplo, elemento de recurso). Como resultado, la atenuación en el trayecto por unidad de frecuencia (por ejemplo, elemento de recurso) se puede obtener a partir de esta medición de RSRP definida y de la potencia de transmisión del UE obtenida a partir del PHR. Se pueden identificar áreas de cobertura de UL débil considerando la distancia UE/eNodoB y la atenuación en el trayecto por unidad de frecuencia.

Mientras que la medición de UL de RSRP (junto con PHR) es útil para determinar la atenuación en el trayecto, la medición de la RSRQ es útil para indicar la situación de interferencia en el enlace ascendente, tal como la SINR. La medición de RSRQ se define como la relación "potencia recibida de señal de referencia (RSRP)"/"potencia de interferencia recibida (RIP)" (RSRQ = RSRP/RIP). Estas mediciones en el numerador y denominador se realizan sobre conjuntos considerados de recursos de tiempo/frecuencia. Los conjuntos considerados de recursos de tiempo-frecuencia del numerador y el denominador están lo suficientemente próximos en el tiempo, de tal modo que se puede obtener un valor de SINR correcto.

Además, el servidor de MDT recibe resultados de mediciones RIP asociados con el PUSCH. Por ejemplo, los índices de PRB del PUSCH utilizado para la detección de cobertura de UL son conocidos por el servidor de MDT. Con las mediciones de "potencia de interferencia recibida" y "potencia de ruido térmico" especificadas en 3GPP TS 36.214, que se miden en una duración de tiempo que está lo suficientemente próxima a la ocurrencia del PUSCH, el servidor de MDT está al tanto del nivel de interferencia de que adolece la transmisión del PUSCH. Como resultado, si el servidor MDT conoce la RSRP como la RIP, o conoce la RSRQ y la RIP, entonces el servidor MDT puede discriminar entre problemas de cobertura de UL causados por atenuación en el trayecto, y aquellos debidos a un nivel de interferencia elevado.

Se describen otras realizaciones y ventajas en la siguiente descripción detallada. Este resumen no pretende definir la invención. La invención está definida mediante las reivindicaciones .

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 muestra un procedimiento de minimización de las pruebas de campo (MDT) para cobertura de enlace ascendente en un sistema de comunicación móvil, de acuerdo con un aspecto novedoso.

La figura 2 muestra diagramas de bloques simplificados de una estación base (eNodoB) y un servidor MDT, de acuerdo con un aspecto novedoso.

La figura 3 muestra mediciones de UL adicionales que se pueden utilizar para la determinación de la cobertura de UL de la MDT.

La figura 4 muestra una realización de notificación de resultados de mediciones de UL para ayudar a la cobertura de UL de la MDT, de acuerdo con un aspecto novedoso.

La figura 5 muestra una trama de radio y estructuras correspondientes de bloques de recursos físicos (PRB) utilizados en la comunicación de datos entre un UE y un eNodoB.

La figura 6 muestra un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) y una señal de referencia de desmodulación (DM-RS) transmitida desde un UE a un eNodoB para una medición del UL.

La figura 7 muestra un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) y una señal de referencia de sondeo (SRS) transmitida desde un UE a un eNodoB para una medición del UL.

La figura 8 es un diagrama de flujo de un procedimiento de utilización de mediciones de UL adicionales para cobertura de UL de la MDT, desde la perspectiva del eNodoB.

La figura 9 es un diagrama de flujo de un procedimiento de utilización de mediciones de UL adicionales para cobertura de UL de la MDT, desde la perspectiva del servidor de la MDT.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

A continuación, se hará referencia en detalle a algunas realizaciones de la invención, de las que se muestran ejemplos en los dibujos adjuntos.

La figura 1 muestra un procedimiento de minimización de las pruebas de campo (MDT) para análisis de cobertura de enlace ascendente en un sistema de comunicación móvil 100, de acuerdo con un aspecto novedoso. La red de comunicación móvil 100 comprende un equipo de usuario UE 101, una estación base eNodoB 102 y un servidor MDT 103. El UE 101 es servido por la estación base eNodoB 102 y se configura mediante la red móvil para proporcionar información de soporte para la MDT. Habitualmente, el UE 101 comunica con el eNodoB 102 y el servidor MDT 103 sobre la interfaz aérea, mientras que el eNodoB 102 y el servidor MDT 103 comunican entre sí a través de una conexión final (por ejemplo, fibra 104). Durante las mediciones de MDT y el registro, el UE 101 puede llevar a cavo varias mediciones y notificar resultados de mediciones a su eNodoB de servicio 102, que puede transmitir al servidor MDT 103 la información notificada. Existen dos tipos de MDT. Para MDT registrada, las mediciones son realizadas y registradas mediante el UE 101 en estado RRC_IDLE. El UE 101 puede notificar a la red en un momento posterior la información reunida. Para MDT inmediata, se realizan mediciones mediante el UE 101 en estado RRC_CONNECTED. La información reunida está disponible para ser notificada inmediatamente a la red.

Las mediciones de MDT y el registro pueden ser utilizados para análisis de cobertura de enlace ascendente (UL) por el servidor MDT. De acuerdo con el elemento de trabajo MDT de la versión 11 de 3GPP (Rel-11 LTE), el caso de utilización de cobertura de UL se debería implementar de acuerdo con los siguientes objetivos y requisitos. El primer

objetivo es identificar una cobertura de UL débil. El segundo objetivo es llevar a cabo un mapeo de cobertura de UL, es decir, mostrar el rendimiento de radio de UL medido y la localización geográfica. El tercer objetivo es identificar si la cobertura de UL está limitada por atenuación en el trayecto o condiciones de interferencia por exceso de señal, polución de pilotos y celdas en solapamiento.

En la versión 10 de 3GPP (Rel-10 LTE), se incluyen mediciones del margen de potencia (PH) mediante el UE, para el caso de utilización de cobertura de UL de MDT. El margen de potencia indica cuánta potencia de transmisión (TX) queda para utilizar por un UE además de la potencia de TX que está siendo utilizada (o está configurada) mediante la transmisión actual. Por lo tanto, un valor de PH negativo indica una posible cobertura de UL débil. De este modo, para cobertura de UL, un UE puede notificar a un servidor MDT valores de PH negativos marcados mediante localizaciones del UE. En base a los valores de PH notificados, el servidor MDT puede examinar informes de PH (PHR) con valores negativos y descubrir si las localizaciones marcadas están dentro de áreas de cobertura de UL débil. Sin embargo, sin información adicional, es difícil para el servidor MDT realizar una buena estimación sobre la cobertura del UL en base solamente al PHR. Como resultado, se pueden producir a menudo faltas de detección y falsas alarmas.

En un aspecto novedoso, además de la información del lado del transmisor proporcionada por el UE, el servidor MDT está equipado con información del lado del receptor proporcionada mediante la red, para el análisis de cobertura de UL. En una realización, se llevan a cabo mediante la red mediciones de UL adicionales, tales como potencia recibida de la señal de referencia (RSRP) y/o calidad recibida de la señal de referencia (RSRQ), y se notifican al servidor MDT. En otra realización, las condiciones de interferencia tales como la potencia de interferencia recibida (RIP) y la potencia de ruido térmico son medidas por la red y notificadas a servidor MDT. Basándose en información tanto del lado del transmisor como del lado del receptor, el servidor MDT puede estimar con mayor precisión la calidad del enlace de radio de UL.

En el ejemplo de la figura 1, el UE 101 notifica su valor de margen de potencia PH al eNodoB 102, que transmite el valor de PH al servidor MDT 103. El valor de PH notificado indica la potencia actual de transmisión del UE sobre un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) para transmisión de enlace ascendente. El PHR puede estar marcado con información de la localización del UE con propósitos de registro de MDT. Para ayudar a la cobertura de UL de MDT, el eNodoB 102 lleva a cabo mediciones de RSRP/RSRQ/RIP de enlace ascendente y notifica los resultados de las mediciones al servidor MDT 103. Las mediciones de enlace ascendente pueden estar basadas en señales de referencia recibidas, tales como una señal de referencia de desmodulación (DM-RS) o en una señal de referencia de sondeo (SRS, sounding reference signal). En base al PHR y a los resultados de las mediciones de enlace ascendente, el servidor MDT 103 determina en consecuencia la cobertura de UL.

La figura 2 muestra diagramas de bloques simplificados de una estación base (eNodoB) 201 y un servidor MDT 202, de acuerdo con un aspecto novedoso. En el ejemplo de la figura 2, el eNodoB 201 comprende memoria 211, un procesador 212, un módulo de registro de MDT 213, un módulo de medición de MDT 214 y un módulo de radiofrecuencia (RF) 215 acoplado a una antena 216 para transmitir y recibir las señales de radio con equipos de usuario sobre la interfaz aérea. De manera similar, el servidor MDT 202 comprende memoria 221, un procesador 222, un módulo de control MDT 223 y un módulo 224 de transmisor (TX) y de receptor (RX) para transmitir y recibir datos con el eNodoB 201 (por ejemplo, resultados de mediciones de enlace ascendente). El servidor MDT 202 puede estar equipado con una base de datos externa 230 para almacenar toda la información relacionada con mediciones de MDT y registro, tal como resultados de mediciones, registros de problemas y eventos, e información de localización.

Los diferentes módulos del eNodoB 201 y el servidor MDT 202 son módulos funcionales que pueden estar implementados mediante software, software inalterable, hardware o cualquier combinación de los mismos. Los módulos funcionales, cuando son ejecutados por los procesadores 212 y 222 (por ejemplo, mediante instrucciones de programa contenidas en la memoria 211 y 221 respectivamente (no mostradas)), permiten al eNodoB 201 y al servidor MDT 202 llevar a cabo mediciones MDT y registro, especialmente con propósitos de cobertura de UL. Por ejemplo, el módulo de control de MDT 223 configura e inicia la MDT para el eNodoB 201 y los UEs asociados. El módulo de medición de MDT 214 lleva a cabo mediciones de enlace ascendente, y los resultados de las mediciones son notificados al servidor MDT 203 para análisis de cobertura de UL. En la realización de la figura 2, el servidor MDT 202 es un dispositivo de red independiente. En una realización alternativa, la funcionalidad del servidor MDT puede estar implementada mediante otros dispositivos de red, tales como el eNodoB 201.

La figura 3 muestra mediciones de UL adicionales que pueden ser utilizadas para análisis de cobertura de UL de la MDT. En general, la cobertura de UL (caja 301) puede estar limitada mediante atenuación en el trayecto (caja 302) o una situación de interferencia (caja 303). La calidad del enlace de radio de UL se puede estimar en base a la atenuación en el trayecto, y a la distancia entre el UE y el eNodoB de servicio. Por ejemplo, una gran atenuación en el trayecto y una distancia pequeña UE/eNodoB implican un área con problemas de cobertura de UL. Análogamente, una situación de interferencia severa indica una baja cobertura de UL.

La atenuación en el trayecto es la reducción de la densidad de potencia de una señal de radio a medida que se propaga a través de la interfaz aérea desde el transmisor (UE) hasta el receptor (eNodoB). Por lo tanto, para la transmisión de enlace ascendente, la atenuación en el trayecto se puede obtener a partir de la potencia de transmisión del UE (caja 304) y de la potencia recibida por el eNodoB (caja 305) de un canal de radio de enlace ascendente (por ejemplo, PUSCH). La potencia de transmisión del UE se puede determinar en base al PHR (caja 306) proporcionado por el UE, y la potencia recibida por el eNodoB se puede determinar mediante mediciones de enlace ascendente, tales como la RSRP (caja 307), realizadas por el eNodoB.

Por otra parte, la situación de interferencia está relacionada con todo lo que altere, modifique o interrumpa una señal de radio a medida que ésta se desplaza a lo largo de un canal de radio de enlace ascendente. La situación de interferencia puede estar representada por la relación de señal frente a interferencia más ruido (SINR, signal to interference plus noise ratio) (caja 308) y/o mediante un nivel de interferencia (caja 309). La SINR se puede obtener mediante mediciones de enlace ascendente tales como la RSRQ (caja 310), y el nivel interferencia se puede obtener mediante mediciones de enlace ascendente tales como mediciones de la potencia de interferencia recibida (RIP) y de la potencia del ruido térmico (caja 311).

La figura 4 muestra una realización de notificación de resultados de mediciones de UL para ayudar a la cobertura de UL de MDT, de acuerdo con un aspecto novedoso. En la etapa 411, el equipo de usuario UE 401 establece una conexión de control de recursos de radio (RRC) con su estación base eNodoB de servicio 402. En la etapa 412, el servidor MDT 403 configura el UE 401 y el eNodoB 402 para comenzar las mediciones MDT y el registro. En un ejemplo, la MDT se puede iniciar mediante un sistema de operaciones, administración y mantenimiento (OAM) (no mostrado), que envía una solicitud de MDT al servidor de MDT 403. Al recibir la solicitud de MDT, el servidor de MDT 403 verifica el consentimiento del usuario para el UE 401 y activa una sesión de MDT si el UE 401 ha proporcionado el consentimiento del usuario para la recogida de mediciones de la MDT. La información del consentimiento del usuario se requiere debido a que en la recogida de mediciones de la MDT puede contener información de la localización del usuario, o puede contener datos a partir de los cuales se pueda estimar la localización del usuario. Por ejemplo, cuando el UE 401 notifica el valor de PH, el PHR puede estar marcado con información de la localización del UE.

En la etapa 413, el UE 401 recibe desde el eNodoB 402 la configuración de enlace descendente. En base a la configuración del enlace descendente, en la etapa 414, el UE 401 lleva a cabo mediciones de enlace descendente y calcula su valor de margen de potencia (PH). En la etapa 415, el UE 401 transmite el PHR al eNodoB 402 a través de un PUSCH. El PHR indica el valor de PH de la transmisión de enlace ascendente sobre el PUSCH. En la etapa 421, el eNodoB 402 transmite el PHR al servidor de MDT 403. En la etapa 422, el eNodoB lleva a cabo mediciones de UL en base a las señales de referencia de enlace ascendente recibidas. Las mediciones de UL pueden incluir mediciones de RSRP/RSRQ en base a la DM-RS o a la SRS, y mediciones de interferencia, tales como la RIP. En la etapa 423, el eNodoB 402 transmite los resultados de las mediciones de enlace ascendente al servidor MDT 403. Finalmente, en la etapa 424, el servidor MDT 403 determina la cobertura de UL en base al PHR y a los resultados de mediciones de UL.

La figura 5 muestra una trama de radio y estructuras correspondientes de bloques de recursos físicos (PRBs) utilizados en la comunicación de datos entre un UE y un eNodoB. En los sistemas OFDM, la estación base eNodoB y el equipo de usuario UE comunican entre sí enviando y recibiendo datos transportados mediante bloques de recursos físicos (PRBs) en una estructura trama a trama. Tal como se muestra en la figura 5, cada trama de radio tiene 10 ms de duración y contiene diez subtramas. Cada subtrama tiene 1 ms de duración y contiene dos intervalos de tiempo. Cada intervalo de tiempo tiene 0,5 ms de duración y contiene siete símbolos OFDM (NSYMB = 7). Además, cada intervalo de tiempo está asociado con muchos PRB, y cada PRB contiene doce subportadoras en el dominio de frecuencia (NRB = 12) y siete símbolos OFDM (NSYMB = 7) en el dominio de tiempo. Como resultado, cada PRB (por ejemplo, el PRB 500) contiene NRB x NSYMB elementos de recurso, y cada elemento de recurso 501 (denominado asimismo unidad de frecuencia) representa el recurso de radio de una subportadora en el dominio de frecuencia y un símbolo OFDM en el dominio de tiempo.

Tal como se ha explicado anteriormente con respecto a la figura 3, los problemas de cobertura de UL están relacionados generalmente con atenuación en el trayecto y/o una situación de interferencia de un canal de radio de enlace ascendente. La atenuación en el trayecto se puede obtener a partir de la potencia de transmisión del UE y de la potencia de recepción del eNodoB del canal de radio de enlace ascendente. Además, la potencia de transmisión del UE se puede determinar en base al PHR proporcionado por el UE, y la potencia recibida por el eNodoB se puede determinar mediante mediciones de enlace ascendente, tales como la RSRP llevada a cabo por el eNodoB. Por lo tanto, es importante que las mediciones de RSRP mediante el eNodoB se lleven a cabo sobre PRB que sean los mismos que el PUSCH que corresponde al PHR, o por lo menos próximos en frecuencia/tiempo a éste. Tal como se muestra en la figura 5, por ejemplo, si el PUSCH correspondiente al PHR contiene el PRB 500, entonces las mediciones de RSRP de UL se deberían llevar a cabo sobre los PRB que están próximos en frecuencia/tiempo con el PRB 500. De acuerdo con otro aspecto novedoso, se proponen dos posibles mediciones de la RSRP. Una primera medición de la RSRP está basada en la DM-RS, y una segunda medición de la RSRP está basada en la SRS. A continuación se muestran ambas mediciones de la RSRP, en la figura 6 y la figura 7, respectivamente.

La figura 6 muestra un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) y una señal de referencia de desmodulación (DM-RS) transmitida desde un UE a un eNodoB para una medición de UL de la RSRP. En el ejemplo de la figura 6, el UE 601 transmite un PHR sobre un canal de enlace ascendente PUSCH 610 al eNodoB 602. El UE 601 transmite asimismo una DM-RS al eNodoB 602. En base a la DM-RS, el eNodoB 602 lleva a cabo una medición de RSRP de la DM-RS recibida. La medición de RSRP de la DM-RS se define como la suma o promedio lineal de las contribuciones de potencia (en [W]) de los elementos de recurso que transportan la DM-RS de PUSCH dentro de la duración temporal y del ancho de banda de frecuencia de la medición considerada. El punto de referencia de la medición es el conector de la antena de RX. En el caso de diversidad de receptores, el valor notificado será el promedio lineal de la potencia en las vías de diversidad.

El propósito de la medición de la RSRP de la DM-RS es medir la potencia recibida del PUSCH 610 correspondiente al PHR. Más específicamente, la duración temporal y el ancho de banda de frecuencias de la medición considerada se definen como el recurso de tiempo-frecuencia de la DM-RS en los bloques de recursos físicos (PRB) ocupados por el PUSCH objetivo 610. Tal como se muestra en la figura 6, el PUSCH 610 que corresponde al PHR ocupa un intervalo de tiempo (por ejemplo, siete símbolos OFDM) y N bloques de recursos, y la DM-RS se transmite dentro de los mismos bloques de recursos, por ejemplo, la DM-RS se transmite utilizando un símbolo OFDM específico en la misma subtrama/intervalo de tiempo de la transmisión PUSCH. Además, la potencia promedio de transmisión del UE para el PUSCH 610 por unidad de frecuencia (por ejemplo, elemento de recurso) se puede obtener a partir del PHR y de los índices de PRB del PUSCH. Como resultado, la atenuación en el trayecto por unidad de frecuencia (por ejemplo, elemento de recurso) se puede obtener a partir de esta medición de RSRP definida y de la potencia de transmisión del UE obtenida a partir del PHR. Se pueden identificar áreas de cobertura de UL débil considerando la distancia UE/eNodoB y la atenuación en el trayecto por unidad de frecuencia.

La figura 7 muestra un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) y una señal de referencia de sondeo (SRS) transmitida desde un UE a un eNodoB para la medición de UL de la RSRP. En el ejemplo de la figura 7, el UE 701 transmite un PHR sobre un canal de enlace ascendente PUSCH 710 al eNodoB 702. El UE 701 transmite asimismo una SRS al eNodoB 702 sobre un canal de sondeo 720. En base a la SRS, el eNodoB 702 lleva a cabo una medición de RSRP de la SRS recibida. La medición de RSRP de la SRS se define como la suma o el promedio lineal de la contribución de potencia (en [W]) de los elementos de recurso que transportan la señal de referencia de sondeo dentro de la duración temporal y del ancho de banda de frecuencias de la medición considerada. El punto de referencia de la medición es el conector de la antena de RX. En el caso de diversidad de receptores, el valor notificado será el promedio lineal de la potencia en las vías de diversidad.

El propósito de la medición de la RSRP de la SRS es medir la potencia recibida de la SRS objetivo que está próxima en el tiempo con el PUSCH 710 asociado con el PHR. Más específicamente, la duración temporal y el ancho de banda de frecuencias de la medición considerada se definen como el recurso de tiempo/frecuencia de la SRS objetivo. Tal como se muestra en la figura 7, el PUSCH 710 que corresponde al PHR ocupa un intervalo de tiempo (por ejemplo, siete símbolos OFDM) y N bloques de recursos, y la SRS objetivo se transmite utilizando el primer símbolo OFDM en el siguiente intervalo de tiempo de la transmisión del PUSCH. A partir del PHR y de los índices del PRB del PUSCH, se puede obtener la potencia promedio de transmisión del UE para el PUSCH 710 por unidad de frecuencia (por ejemplo, elemento de recurso). Debido a que la SRS objetivo está próxima en el tiempo al PUSCH 710 asociado con el PHR, la potencia recibida media medida de la SRS sigue siendo información útil del lado del receptor, teniendo en cuenta que los mecanismos de control de la potencia para el PUSCH y para la SRS son muy similares (véase 3GPP TS 36.213; se puede recurrir a los parámetros PSRS_OFFSET, c(m), PO_PUSCH, c(j) y ΔTF, c(i) en 36.213 para compensar la diferencia en el control de potencia de los dos canales). Como resultado, la atenuación en el trayecto por unidad de frecuencia (por ejemplo, elemento de recurso) se puede obtener a partir de esta medición de RSRP definida y de la potencia de transmisión del UE obtenida a partir del PHR. Se pueden identificar áreas de cobertura de UL débil considerando la distancia UE/eNodoB y la atenuación en el trayecto por unidad de frecuencia.

Mientras que la medición de UL de la RSRP (junto con el PHR) es útil para determinar la atenuación en el trayecto, la medición de UL de la RSRQ es útil para indicar la situación de interferencia del enlace ascendente. Tal como se ha explicado anteriormente con respecto a la figura 3, la situación de interferencia se puede representar mediante una relación de señal frente a interferencia más ruido (SINR) y/o mediante un nivel interferencia. La SINR se puede obtener mediante mediciones de enlace ascendente, tal como la RSRQ. La medición de UL de la RSRQ se define como la relación "potencia recibida de la señal de referencia (RSRP)"/"potencia de interferencia recibida (RIP)" (RSRQ = RSRP/RIP). Las mediciones en el numerador y denominador se realizan sobre conjuntos considerados de recursos de tiempo/frecuencia. Los conjuntos considerados de recursos de tiempo-frecuencia del numerador y el denominador deben estar lo suficientemente próximos en el tiempo, de tal modo que se puede obtener un valor de SINR correcto. El punto de referencia para las mediciones es el conector de la antena de RX. En el caso de diversidad de receptores, el valor notificado será el promedio lineal de la potencia en las vías de diversidad.

El propósito de la medición de la RSRQ es medir la SINR recibida del PUSCH correspondiente a un PHR o de la SRS próxima en el tiempo al PUSCH. La RSRP en el numerador es la potencia recibida de la señal de referencia de desmodulación o la potencia recibida de la señal de referencia de sondeo, u otras mediciones equivalentes. La

funcionalidad de las mediciones de la potencia recibida de la señal de referencia de desmodulación o de la potencia recibida de la señal de referencia de sondeo mostradas anteriormente en la figura 6 y en la figura 7 se pueden aplicar a la medición de la RSRQ.

Incluso aunque el servidor de la MDT tenga conocimiento de una atenuación en el trayecto (obtenida a partir de la medición de la RSRP) o de una SINR (obtenida a partir de la medición de RSRQ = RSRP/RIP), es posible que el servidor de la MDT tampoco pueda identificar si un problema de cobertura de UL está provocado por atenuación en el trayecto o a por un nivel elevado de interferencia. De acuerdo con un aspecto novedoso, se permite que los índices de PRB del PUSCH utilizado para la detección de cobertura de UL sean conocidos por el servidor de la MDT. Con las mediciones de "potencia de interferencia recibida" y "potencia de ruido térmico" especificadas en 3GPP TS 36.214, que se miden en una duración de tiempo que está lo suficientemente próxima a la ocurrencia del PUSCH, el servidor de MDT está al tanto del nivel de interferencia de que adolece la transmisión del PUSCH. Como resultado, si el servidor MDT conoce la RSRP y la RIP, o conoce la RSRQ y la RIP, entonces el servidor MDT puede discriminar entre problemas de cobertura de UL causados por atenuación en el trayecto, y aquellos debidos a un nivel de interferencia elevado.

La figura 8 es un diagrama de flujo de un procedimiento de utilización de mediciones de UL adicionales para cobertura de UL de la MDT, desde la perspectiva del eNodoB. En la etapa 801, una estación base (eNodoB) establece una conexión de control de recursos de radio (RRC) con un equipo de usuario (UE) en una red de comunicación móvil. El eNodoB y el UE están configurados para minimización de las pruebas de campo (MDT). En la etapa 802, el eNodoB recibe del UE un informe de margen de potencia (PHR) correspondiente a un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH), y envía el PHR a un servidor MDT. En la etapa 803, el eNodoB realiza una medición de enlace ascendente de una señal de referencia de desmodulación (DM-RS) asignada en el PUSCH. La medición de enlace ascendente involucra asimismo la medición de la potencia de interferencia recibida (RIP) de enlace ascendente, asociada con el PUSCH. En la etapa 804, el eNodoB notifica los resultados de la medición de enlace ascendente al servidor de MDT. El servidor de MDT determina la cobertura de enlace ascendente en base al PHR y a los resultados de la medición de enlace ascendente.

La figura 9 es un diagrama de flujo de un procedimiento de utilización de mediciones de UL adicionales para cobertura de UL de la MDT, desde la perspectiva del servidor de la MDT. En la etapa 901, un servidor de minimización de las pruebas de campo (MDT) recibe un informe de margen de potencia (PHR) correspondiente a un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) de un equipo de usuario (UE), transmitido desde una estación base (eNodoB) en una red de comunicación móvil. El UE y el eNodoB están configurados con la MDT. En un ejemplo, el PHR se marca con información de la localización del UE con propósitos de registro de la MDT. En la etapa 902, el servidor de la MDT recibe resultados de mediciones de enlace ascendente que indican mediciones del PUSCH de la potencia recibida de la señal de referencia (RSRP) o de la calidad recibida de la señal de referencia (RSRQ). En la etapa 903, el servidor de la MDT recibe una potencia de interferencia recibida (RIP) asociada con el PUSCH. En la etapa 904, el servidor de la MDT determina la cobertura de enlace ascendente en base al PHR recibido, a RSRP/RSRQ y a los resultados de mediciones de UL de la RIP. A partir del PHR y de la RSRP, el servidor de la MDT puede determinar la atenuación en el trayecto del canal de enlace ascendente. A partir de RSRP/RSRQ y de la RIP, el servidor de la MDT puede determinar la situación de interferencia del canal de enlace ascendente. Por lo tanto, el servidor de la MDT puede discriminar entre problemas de mala cobertura de UL debidos a atenuación en el trayecto y aquellos debidos a un nivel elevado de interferencia.

Aunque la presente invención se ha descrito en relación con ciertas realizaciones específicas con propósitos explicativos, la presente invención no se limita a las mismas. Por consiguiente, se pueden practicar diversas modificaciones, adaptaciones y combinaciones de diversas características de las realizaciones descritas, sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento llevado a cabo por una estación base (402), comprendiendo dicho procedimiento:

establecer una conexión (411) de control de recursos de radio RRC con un equipo de usuario UE en una red de comunicación móvil, donde la estación base está involucrada en las mediciones de minimización de las pruebas de campo MDT y en el registro (412);

recibir un informe de margen de potencia PHR correspondiente a un canal físico compartido de enlace ascendente PUSCH desde el UE (401) y enviar el PHR a un servidor MDT (403);

llevar a cabo mediciones de enlace ascendente (422) de una señal de referencia de desmodulación DM-RS asignada en el PUSCH, donde las mediciones de enlace ascendente involucran asimismo la medición de la potencia de interferencia recibida RIP de enlace ascendente asociada con el PUSCH; y

notificar los resultados (423) de las mediciones de enlace ascendente al servidor MDT para determinar la cobertura de enlace ascendente (424), en base al PHR y a los resultados de las mediciones de enlace ascendente.

2. El procedimiento acorde con la reivindicación 1, en el que las mediciones de enlace ascendente involucran la medición de la potencia recibida de la señal de referencia RSRP de la DM-RS, o donde las mediciones de enlace ascendente involucran la medición de la calidad recibida de la señal de referencia RSRQ de la DM-RS.

3. El procedimiento acorde con la reivindicación 2, en el que la medición de la RSRP se lleva a cabo sobre los recursos de la DM-RS en los mismos bloques de recursos físicos PRB ocupados por el PUSCH.

4. El procedimiento acorde con la reivindicación 2, en el que la RSRQ se define como la potencia recibida de la señal de referencia RSRP de la DM-RS dividida por la RIP asociada con el PUSCH.

5. El procedimiento acorde con la reivindicación 4, en el que la medición de la RIP se lleva a cabo sobre recursos de tiempo-frecuencia que están próximos en el tiempo a los recursos de tiempo-frecuencia utilizados para la medición de la RSRP.

6. El procedimiento acorde con la reivindicación 1, en el que la medición de la RIP incluye asimismo ruido térmico.

7. Una estación base (201), que comprende:

un módulo (212) de control de recursos de radio RRC adaptado para establecer una conexión RRC con un equipo de usuario UE en una red de comunicación móvil, donde la estación base está involucrada en las mediciones de minimización de las pruebas de campo (MDT) y en el registro;

un receptor (215) adaptado para recibir un informe de margen de potencia PHR desde el UE de un canal físico compartido de enlace ascendente PUSCH;

un módulo de medición (214) adaptado para llevar a cabo mediciones de enlace ascendente de una señal de referencia de desmodulación DM-RS asignada en el PUSCH, donde las mediciones de enlace ascendente involucran asimismo la medición de la potencia de interferencia recibida RIP de enlace ascendente asociada con el PUSCH; y

un transmisor adaptado para transmitir el PHR a un servidor de la MDT y para notificar resultados de las mediciones de enlace ascendente al servidor de la MDT a efectos de determinar cobertura de enlace ascendente en base al PHR y a los resultados de las mediciones de enlace ascendente.

8. La estación base acorde con la reivindicación 7, en la que el módulo de medición está adaptado para llevar a cabo mediciones de enlace ascendente que involucran mediciones de la potencia recibida de la señal de referencia RSRP de la DM-RS, o que involucran mediciones de la calidad recibida de la señal de referencia RSRQ de la DM-RS.

9. La estación base acorde con la reivindicación 8, en la que el módulo de medición está adaptado para llevar a cabo la medición de la RSRP sobre los recursos de la DM-RS en los mismos bloques de recursos físicos PRB ocupados por el PUSCH.

10. La estación base acorde con la reivindicación 8, en la que el módulo de medición está adaptado para llevar a cabo la medición de la RSRQ, que se define como la potencia recibida de la señal de referencia RSRP de la DM-RS dividida por la RIP asociada con el PUSCH.

11. La estación base acorde con la reivindicación 10, en la que el módulo de medición está adaptado para llevar a cabo la medición de la RIP sobre los recursos de tiempo-frecuencia que están próximos en el tiempo a los recursos de tiempo-frecuencia utilizados para la medición de la RSRP.

12. Un procedimiento llevado a cabo mediante un servidor de minimización de las pruebas de campo MDT en una red de comunicación móvil, comprendiendo dicho procedimiento:

recibir un informe de margen de potencia PHR correspondiente a un canal físico compartido de enlace ascendente PUSCH de un equipo de usuario UE;

recibir resultados de mediciones de enlace ascendente que indican la potencia recibida de la señal de referencia RSRP o la calidad recibida de la señal de referencia RSRQ del PUSCH;

recibir la potencia de interferencia recibida RIP asociada con el PUSCH; y

determinar la cobertura de enlace ascendente en base a la RSRP/RSRQ recibida y a la RIP.

13. El procedimiento acorde con la reivindicación 12, en el que la RSRP se define como la potencia recibida de la señal de referencia de desmodulación DM-RS, y en el que la DM-RS está asignada en los mismos bloques de recursos físicos PRB ocupados por el PUSCH, o en el que la RSRQ se define como la potencia recibida de la señal de referencia de desmodulación DM-RS dividida por la RIP asociada con el PUSCH, y en el que la DM-RS está asignada en el mismo bloque de recursos físicos PRB ocupado por el PUSCH.

14. El procedimiento acorde con la reivindicación 12, que comprende además:

determinar la potencia de transmisión del PUSCH utilizada por el UE en base al PHR; y

determinar el valor de la atenuación en el trayecto del UE, en base a la potencia de transmisión y a la RSRP del PUSCH.

15. El procedimiento acorde con la reivindicación 14, en el que el servidor MDT identifica un problema de cobertura de enlace ascendente en base al valor de la atenuación en el trayecto y a la RIP.

16. El procedimiento acorde con la reivindicación 12, en el que el servidor MDT identifica un problema de cobertura de enlace ascendente en base a la RSRQ y a la RIP.

17. El procedimiento acorde con la reivindicación 12, que comprende además:

recibir información de localización del UE asociada con los resultados de las mediciones de enlace ascendente; y

correlacionar la cobertura de enlace ascendente con la información de localización.

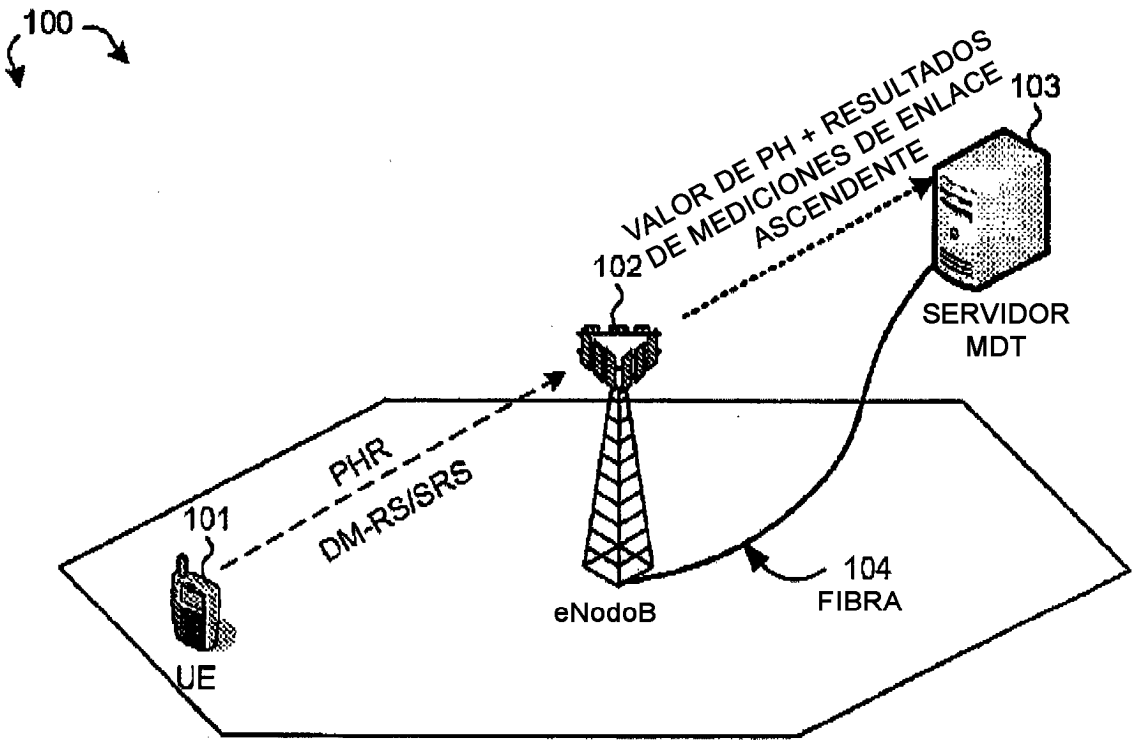
100
VALOR DE PH + RESULTADOS DE MEDICIONES DE ENLACE ASCENDENTE
103
102
SERVIDOR MDT
PHR
DM-RS/SRS
101
UE
eNodoB
104
FIBRA

FIG. 1

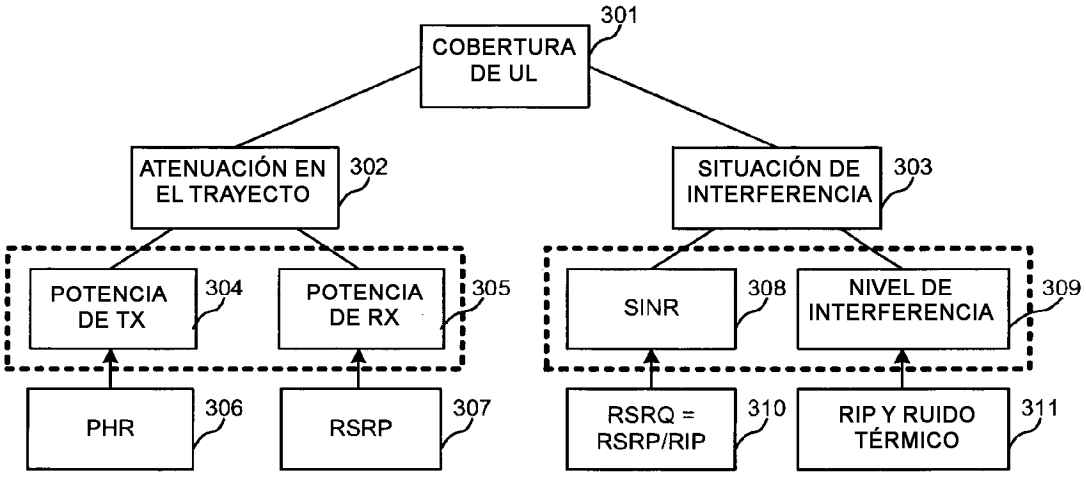
COBERTURA DE UL
301
ATENUACIÓN EN EL TRAYECTO
302
SITUACIÓN DE INTERFERENCIA
303
POTENCIA DE TX
304
POTENCIA DE RX
305
SINR
308
NIVEL DE INTERFERENCIA
309
PHR
306
RSRP
307
RSRQ = RSRP/RIP
310
RIP Y RUIDO TÉRMICO
311

FIG. 3

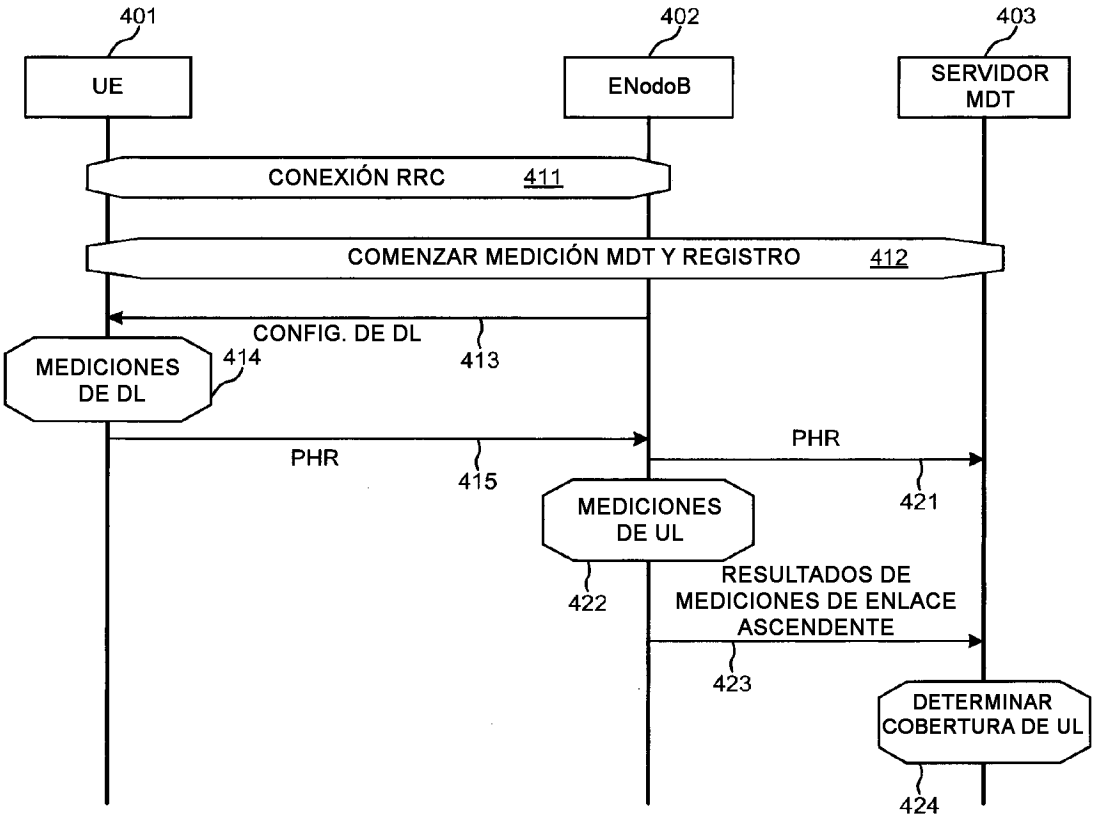
401
UE
402
ENodoB
403
SERVIDOR MDT
CONEXIÓN RRC 411
COMENZAR MEDICIÓN MDT Y REGISTRO 412
CONFIG. DE DL
413
MEDICIONES DE DL
414
PHR
415
PHR
421
MEDICIONES DE UL
422
RESULTADOS DE MEDICIONES DE ENLACE ASCENDENTE
423
DETERMINAR COBERTURA DE UL
424

FIG. 4

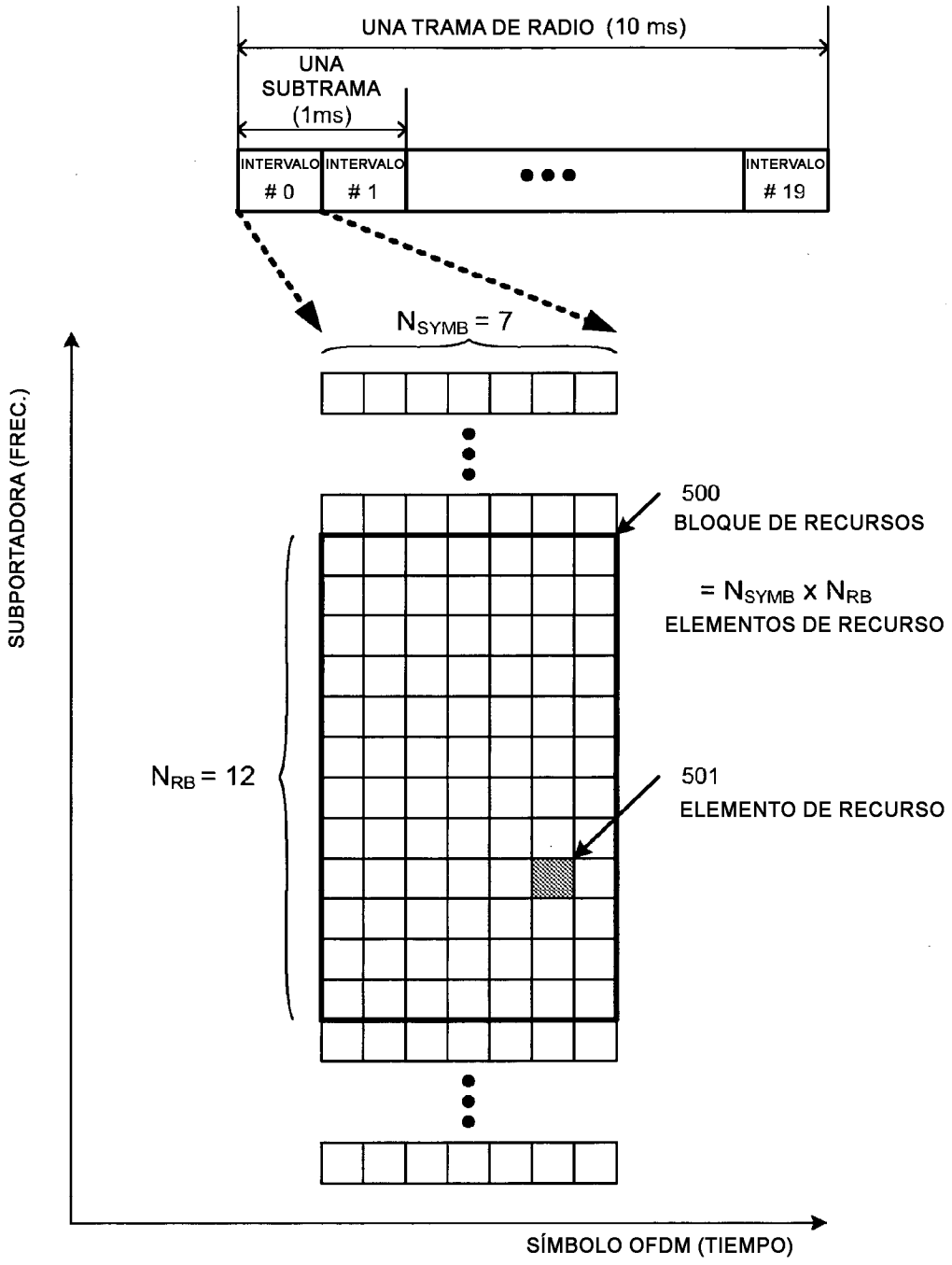
UNA TRAMA DE RADIO (10 ms)
UNA SUBTRAMA (1ms)
INTERVALO # 0
INTERVALO # 1
INTERVALO # 19
N_{SYMB} = 7
SUBPORTADORA (FREC.)
500
BLOQUE DE RECURSOS
= N_{SYMB} x N_{RB}
ELEMENTOS DE RECURSO
N_{RB} = 12
501
ELEMENTO DE RECURSO
SÍMBOLO OFDM (TIEMPO)

FIG. 5

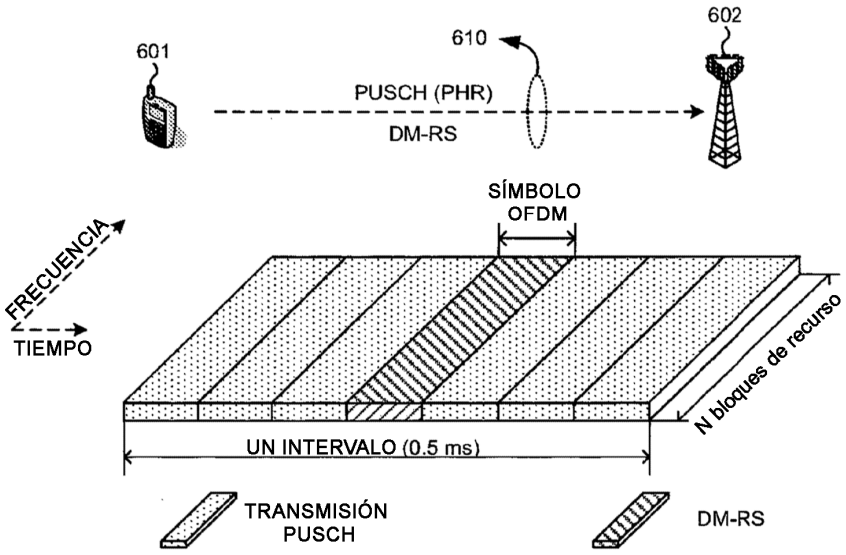
601
610
602
PUSCH (PHR)
DM-RS
SÍMBOLO
OFDM
FRECUENCIA
TIEMPO
N bloques de recurso
UN INTERVALO (0.5 ms)
TRANSMISIÓN
PUSCH
DM-RS

FIG. 6

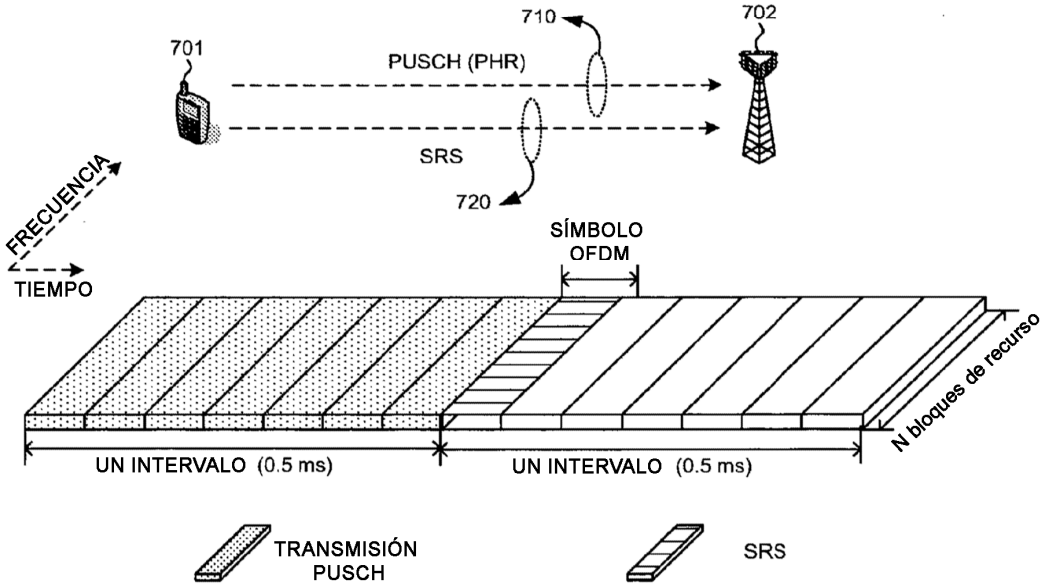
710
702
701
PUSCH (PHR)
SRS
720
FRECUENCIA
TIEMPO
SÍMBOLO
OFDM
N bloques de recurso
UN INTERVALO (0.5 ms)
UN INTERVALO (0.5 ms)
TRANSMISIÓN
PUSCH
SRS

FIG. 7

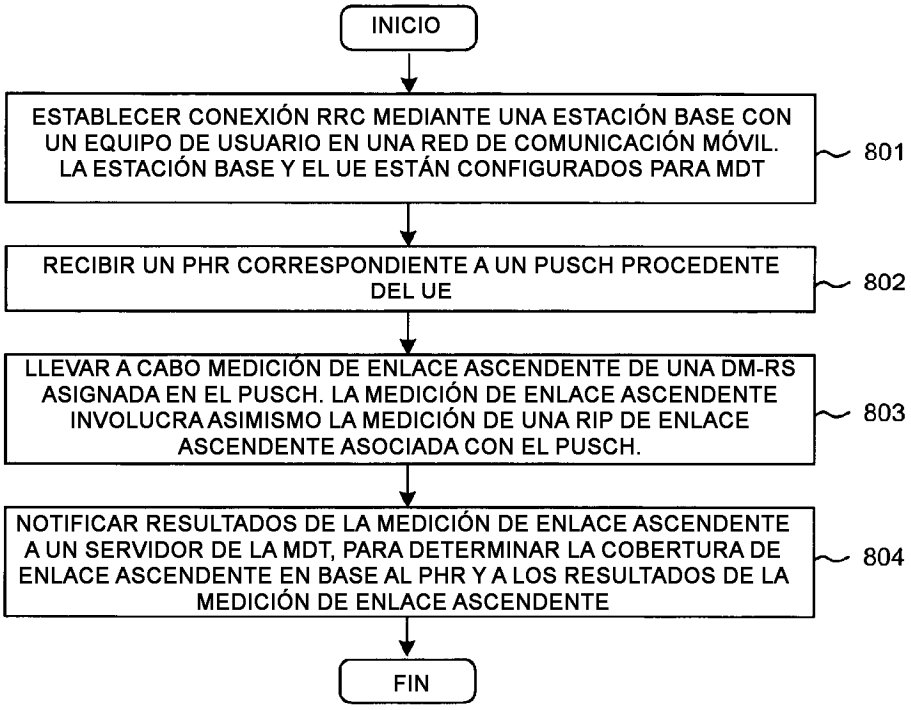
INICIO
ESTABLECER CONEXIÓN RRC MEDIANTE UNA ESTACIÓN BASE CON UN EQUIPO DE USUARIO EN UNA RED DE COMUNICACIÓN MÓVIL. LA ESTACIÓN BASE Y EL UE ESTÁN CONFIGURADOS PARA MDT
801
RECIBIR UN PHR CORRESPONDIENTE A UN PUSCH PROCEDENTE DEL UE
802
LLEVAR A CABO MEDICIÓN DE ENLACE ASCENDENTE DE UNA DM-RS ASIGNADA EN EL PUSCH. LA MEDICIÓN DE ENLACE ASCENDENTE INVOLUCRA ASIMISMO LA MEDICIÓN DE UNA RIP DE ENLACE ASCENDENTE ASOCIADA CON EL PUSCH.
803
NOTIFICAR RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE ENLACE ASCENDENTE A UN SERVIDOR DE LA MDT, PARA DETERMINAR LA COBERTURA DE ENLACE ASCENDENTE EN BASE AL PHR Y A LOS RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE ENLACE ASCENDENTE
804
FIN

FIG. 8

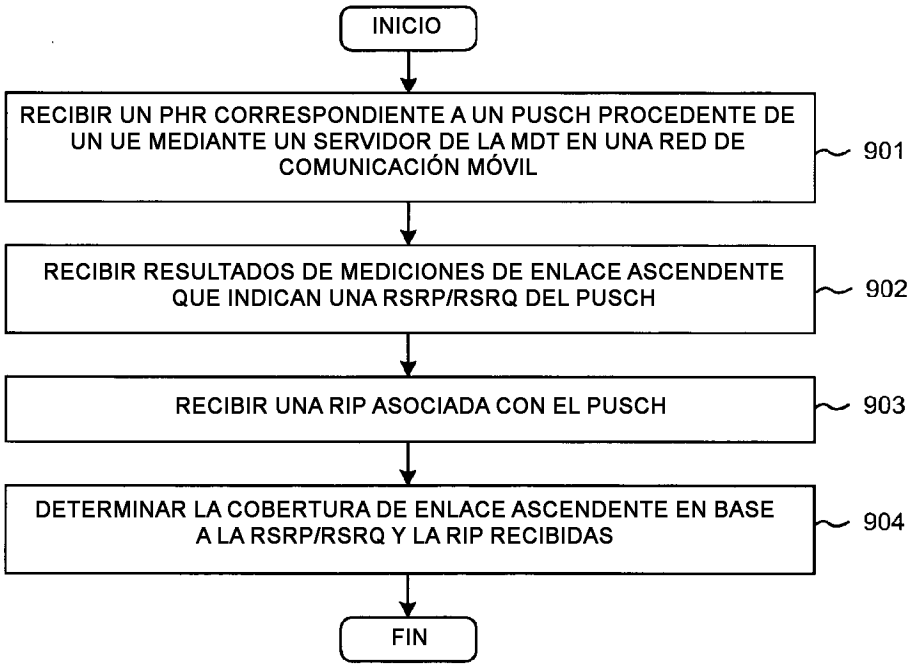
INICIO
RECIBIR UN PHR CORRESPONDIENTE A UN PUSCH PROCEDENTE DE UN UE MEDIANTE UN SERVIDOR DE LA MDT EN UNA RED DE COMUNICACIÓN MÓVIL
901
RECIBIR RESULTADOS DE MEDICIONES DE ENLACE ASCENDENTE QUE INDICAN UNA RSRP/RSRQ DEL PUSCH
902
RECIBIR UNA RIP ASOCIADA CON EL PUSCH
903
DETERMINAR LA COBERTURA DE ENLACE ASCENDENTE EN BASE A LA RSRP/RSRQ Y LA RIP RECIBIDAS
904
FIN

FIG. 9