

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 856**

51 Int. Cl.:

H04W 16/14 (2009.01)

H04W 52/36 (2009.01)

H04W 52/24 (2009.01)

H04W 52/38 (2009.01)

H04W 72/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.01.2012 PCT/CN2012/070019**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2012 WO12092851**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.01.2012 E 12732487 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 2661921**

54 Título: **Método de control de potencia para mitigar la interferencia de co-existencia intra-dispositivo**

30 Prioridad:

06.01.2011 US 201161430283 P
05.01.2012 US 201213344589

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.07.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

HSU, CHIA-CHUN;
ROBERTS, MICHAEL;
LIN, CHIH-YUAN;
CHEN, YIH-SHEN y
FU, I-KANG

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 625 856 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de control de potencia para mitigar la interferencia de co-existencia intra-dispositivo

Antecedentes de la invención

Referencia cruzada a las aplicaciones relacionadas

- 5 Esta solicitud reivindica la prioridad bajo 35 U.S.C §119 de la solicitud provisional de Estados Unidos número 61/430.283, titulada "Power Control Method to Mitigate Interference for In-Device Coexistence", presentada el 06 de enero de 2011.

Campo de la invención

- 10 Las realizaciones desveladas se refieren, en general, a las comunicaciones de red inalámbricas y, más específicamente, a la mitigación de interferencias en la co-existencia de intra-dispositivo (IDC).

Descripción de la técnica relacionada

- 15 El acceso de red omnipresente casi se ha realizado hoy en día. Desde el punto de vista de la infraestructura de red, diferentes redes pertenecen a capas diferentes (por ejemplo, capa de distribución, capa móvil, capa de punto caliente, capa de red personal y capa fija/cableada) que proporcionan diferentes niveles de cobertura y conectividad a los usuarios. Debido a que la cobertura de una red específica puede no estar disponible en todas partes y debido a que pueden optimizarse diferentes redes para diferentes servicios, puede desearse por lo tanto que los dispositivos de usuario soporten múltiples redes de acceso de radio en la misma plataforma de dispositivo. A medida que la demanda de las comunicaciones inalámbricas continúa aumentando, los dispositivos de comunicación inalámbricos, tales como teléfonos móviles, asistentes digitales personales (PDA), dispositivos de mano inteligentes, ordenadores portátiles, ordenadores de tableta, etc., están cada vez más equipados con múltiples transceptores de radio. Un terminal de radio múltiple (MRT) puede incluir simultáneamente una radio de evolución a largo plazo (LTE) o de LTE-Avanzado (LTE-A), una radio de acceso a una red de área local inalámbrica (WLAN, por ejemplo, WiFi), una radio Bluetooth (BT), y una radio del sistema mundial de navegación por satélite (GNSS). En el MRT, la radio LTE-A es una tecnología de banda ancha móvil basada en el acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (basada en OFDMA) que es capaz de proporcionar servicios de itinerancia globales y la radio WiFi es capaz de proporcionar una enorme transmisión de ancho de banda a través del acceso local. La combinación de la radio LTE-A y WiFi es uno de los ejemplos de descarga WiFi, que es un paradigma común de las comunicaciones futuras. Las múltiples radios co-localizadas o coexistentes en el mismo dispositivo de comunicaciones también se denominan co-existencia intra-dispositivo (IDC).

- 20 Debido a la regulación del espectro, pueden operar diferentes tecnologías en espectros de radio superpuestos o adyacentes. Por ejemplo, el modo TDD LTE/LTE-A a menudo funciona a 2,3-2,4 GHz, WiFi a menudo funciona a 2400-2483,5 GHz, y BT a menudo funciona a 2402-2480 GHz. Por lo tanto, el funcionamiento simultáneo de múltiples radios co-localizadas/coexistentes en el mismo dispositivo físico puede sufrir una degradación significativa incluyendo una interferencia de co-existencia significativa (por ejemplo, la interferencia de IDC) entre las mismas debido a los espectros de radio superpuestos o adyacentes. Debido a la proximidad física y a la fuga de potencia de radio, cuando la transmisión de datos para un primer transceptor de radio se superpone con la recepción de los datos para un segundo transceptor de radio en el dominio de tiempo, la recepción del segundo transceptor de radio puede sufrir debido a la interferencia a partir de la transmisión del primer transceptor de radio. Igualmente, la transmisión de datos del segundo transceptor de radio puede interferir con la recepción de los datos del primer transceptor de radio.

- 25 Se han buscado diversas soluciones de mitigación de interferencias de IDC. Entre las diferentes soluciones de mitigación de interferencias, la gestión de potencia es una de las posibles soluciones. Un problema fundamental de la interferencia de IDC es que la potencia de transmisión de un transceptor de radio es demasiado fuerte para permitir la recepción simultánea en otro transceptor de radio co-localizado/coexistente. Por lo tanto, si el transceptor de radio transmisor puede reducir su potencia de transmisión, entonces es posible la recepción simultánea de otros transceptores. En general, el control de potencia (PC) es una funcionalidad comúnmente soportada por cada transceptor de radio por lo que la reutilización de dicho mecanismo para mitigar la interferencia de IDC es una opción de bajo coste y compatible con versiones anteriores. El control de potencia puede usarse como una solución ligera antes de aplicar otras soluciones pesadas que o requieren más recursos o una sobrecarga de control (por ejemplo, FDM/RRM), o tienen mayor impacto en el rendimiento (por ejemplo, TDM).

En los sistemas LTE/LTE-A, la mayoría de las actividades de una estación móvil (UE) se controlan por la red y la estación base de servicio (eNodeB). Por ejemplo, la potencia de transmisión de cada UE necesita mantenerse a un cierto nivel y regulada por la red en los sistemas OFDMA. Sin embargo, la potencia de salida de UE máxima y la

- potencia de transmisión de UE actual son diferentes en función de la capacidad y el uso del UE. Normalmente, un eNodeB ajusta la potencia de transmisión de cada UE basándose en la siguiente información de cada UE: un informe de margen de potencia (PHR), la potencia de transmisión máxima configurada por UE ($P_{cm\acute{a}x}$), la señal de referencia de sondeo (SRS) y el indicador de calidad de canal (CQI). Por otro lado, cada UE ajusta su propia potencia de transmisión basándose en la compensación de pérdida de trayectoria (PC de bucle abierto) y basándose en la concesión de canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) o en la orden de control de potencia de transmisión (PCC) (PC de bucle cerrado) desde el eNodeB de servicio. Para mitigar la interferencia de IDC a través del control de potencia, puede desearse que el UE indique el problema de interferencia de IDC de tal manera que el eNodeB de servicio pueda ajustar la potencia de transmisión del UE en consecuencia.
- 5
- 10 El documento TR 36.816 v1.0.0 del 3GPP "Study on signalling and procedure for interference avoidance for in-device coexistence" se refiere a un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

La presente invención se define por el objeto de las reivindicaciones adjuntas.

- Se proporciona un método de control de potencia para mitigar la interferencia de co-existencia intra-dispositivo (IDC). Un dispositivo de comunicación inalámbrico (UE) está equipado con un primer módulo de radio LTE y un segundo módulo de radio WiFi/BT/GSN co-localizado. Al detectar la co-existencia o interferencia de IDC, el UE aplica el método de control de potencia para mitigar la interferencia. En general, el control de potencia (PC) es una funcionalidad comúnmente soportada por cada transceptor de radio por lo que reutilizar dicho mecanismo para mitigar la interferencia de IDC es una opción de bajo coste y compatible con versiones anteriores. El control de potencia puede usarse como una solución ligera antes de aplicar otras soluciones pesadas que requieren o más recursos o tienen un mayor impacto en el rendimiento.
- 15
- 20

- En una primera realización, el módulo de radio LTE ajusta su potencia o sus parámetros de potencia localmente sin informar al eNB de servicio. En una segunda realización, el módulo de radio LTE ajusta sus parámetros de potencia e informa implícitamente al eNB a través de los informes PHR existentes. Por ejemplo, el módulo de radio LTE ajusta la potencia de transmisión máxima configurada por UE $P_{cm\acute{a}x}$ a un valor inferior. La $P_{cm\acute{a}x}$ puede ajustarse a través de la reducción de potencia máxima (MPR, A-MPR, P-MPR). En una tercera realización, el módulo de radio LTE cambia su potencia o su clase de potencia e informa explícitamente al eNB a través de la capacidad de UE o de un nuevo mensaje RRC o CE MAC.
- 25

Otras realizaciones y ventajas se describen en la descripción detallada a continuación. Este resumen no pretende definir la invención.

- 30 Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, en los que los mismos números indican componentes similares, ilustran las realizaciones de la invención.

La figura 1 ilustra un equipo de usuario (UE) que tiene múltiples módulos de radio en un sistema de comunicaciones inalámbrico de acuerdo con un aspecto nuevo.

- 35 La figura 2A ilustra unos diagramas de bloques simplificados de un UE y una estación base (eNodeB) que tiene unos módulos de control de potencia de acuerdo con un aspecto nuevo.

La figura 2B ilustra un diagrama de bloques simplificado de un equipo de usuario que tiene una entidad de control de acuerdo con un aspecto nuevo.

- 40 La figura 3 ilustra un ejemplo de una solución de control de potencia para la mitigación de interferencias de co-existencia intra-dispositivo (IDC) 3GPP.

La figura 4 ilustra los parámetros de potencia del UE en los sistemas LTE/LTE-A.

La figura 5 ilustra un procedimiento detallado de la mitigación de interferencias de co-existencia intra-dispositivo (IDC) de acuerdo con un aspecto nuevo.

- 45 La figura 6 es un diagrama de flujo de un primer método de la mitigación de interferencias de IDC usando una solución de control de potencia.

La figura 7 es un diagrama de flujo de un segundo método de la mitigación de interferencia de IDC usando una solución de control de potencia.

Descripción detallada de la invención

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

La figura 1 ilustra un equipo de usuario UE101 que tiene múltiples módulos de radio en un sistema de comunicaciones inalámbrico 100 de acuerdo con un aspecto nuevo. El sistema de comunicaciones inalámbrico 100 comprende un equipo de usuario UE101, una estación base de servicio (por ejemplo, un nodo B evolucionado) eNB102, un punto de acceso WiFi AP103, un dispositivo Bluetooth BT104 y un dispositivo de sistema global de navegación por satélite GPS105. El sistema de comunicaciones inalámbrico 100 proporciona diversos servicios de acceso a la red para el UE101 a través de diferentes tecnologías de acceso por radio. Por ejemplo, el eNB102 proporciona una red de radio móvil basada en OFDMA (por ejemplo, un acceso de evolución a largo plazo (LTE) o de LTE-Avanzado (LTE-A) de 3GPP), el WiFi AP103 proporciona cobertura local en el acceso a la red de área local inalámbrica (WLAN), el BT104 proporciona una comunicación de red personal de corto alcance y el GPS105 proporciona acceso global como parte de un sistema global de navegación por satélite (GNSS). Para facilitar las diferentes tecnologías de acceso por radio, el UE101 es un terminal multi-radio (MRT) que está equipado con múltiples módulos de radio co-localizados/coexistentes en la misma plataforma de dispositivo (es decir, intra-dispositivo).

Debido a la regulación del espectro radioeléctrico, las diferentes tecnologías de acceso por radio pueden funcionar en espectros de radio superpuestos o adyacentes. Como se ilustra en la figura 1, el UE101 comunica la señal de radio 106 con el eNB102, la señal de radio 107 con el WiFi AP103, la señal de radio 108 con el BT104 y recibe la señal de radio 109 del GPS105. La señal de radio 106 pertenece a la banda 3GPP 40, la señal de radio 107 pertenece a uno de los catorce canales WiFi y la señal de radio 108 pertenece a uno de los setenta y nueve canales Bluetooth. Las frecuencias de todas esas señales de radio caen dentro de un intervalo de 2,3 GHz a 2,5 GHz, lo que puede resultar en una interferencia de co-existencia intra-dispositivo (IDC) significativa. El problema es más severo alrededor de la banda de radiofrecuencia ISM (industrial, científica y médica) de 2,4 GHz (por ejemplo, oscila entre 2400-2483,5 MHz), que se usa tanto por los canales WiFi como por los canales Bluetooth.

Un problema fundamental de la interferencia de IDC es que la potencia de transmisión de un transceptor de radio es demasiado fuerte para permitir la recepción simultánea en otro transceptor de radio co-localizado/ coexistente. Por lo tanto, si el transceptor de radio transmisor puede reducir su potencia de transmisión, entonces es posible la recepción simultánea de otros transceptores. En un nuevo aspecto, el UE101 detecta un problema de interferencia de IDC y aplica una solución de control de potencia señalizando los parámetros de potencia ajustados al eNB102 para mitigar la interferencia de co-existencia.

La figura 2A ilustra unos diagramas de bloques simplificados de un equipo de usuario UE201 y una estación base eNB211 que tiene unos módulos de control de potencia de acuerdo con un aspecto nuevo. El UE201 comprende una memoria 202, un procesador 203 que tiene una entidad de control central 204, un módulo de radio de OFDMA (LTE) 205 que tiene un transceptor LTE 206 acoplado a la antena 221 y un módulo de control de potencia 207, un receptor GPS 208, un transceptor WiFi 209, un transceptor de Bluetooth BT 210 y el bus 220. Por otra parte, el eNB211 comprende una memoria 212, un procesador 213, un módulo de control de potencia 214 y un transceptor LTE 215 acoplado a la antena 216.

En el ejemplo de la figura 2, la entidad de control central 204 es una entidad lógica implementada físicamente dentro del procesador 203, que también se usa para el procesamiento de aplicación de dispositivo para el UE201. La entidad de control central 204 está conectada a diversos transceptores de radio dentro del UE201 y se comunica con los diversos transceptores de radio a través del bus 220. Por ejemplo, el transceptor WiFi 209 transmite información de activación/desactivación WiFi, información de señal de radio, y/o tráfico WiFi e información de programación a la entidad de control central 204 (por ejemplo, representada por una línea de puntos gruesos 230). Basándose en la información WiFi recibida, la entidad de control central 204 determina la información de control y transmite la información de control al módulo de radio LTE 205 (por ejemplo, representado por una línea de puntos gruesos 240). En una realización, el módulo de control de potencia 207 determina los parámetros de potencia basándose en la información de control. A continuación, el transceptor de radio LTE 206 se comunica con el eNB211 para mitigar la interferencia de co-existencia de IDC (por ejemplo, representada por las líneas de puntos gruesas 241 y 242). En un ejemplo, tras detectar la interferencia de IDC, el UE201 transmite la potencia de transmisión máxima (P_{CMAX}) configurada por UE ajustada y el informe de margen de potencia (PHR) al eNB211, y espera el orden de control de potencia de transmisión (TPC) del eNB211 para disminuir su potencia de transmisión para la mitigación de interferencia de IDC. Si se recibe la orden TPC, el UE201 modifica la potencia de transmisión, por ejemplo, P_{PUSCH} o P_{PUCCH} , en consecuencia.

La figura 2B ilustra un diagrama de bloques simplificado de un equipo de usuario UE251 que tiene una entidad de control de acuerdo con un aspecto nuevo. En lugar de depender de una entidad de control central, se usa un modelo de control distribuido. El UE251 comprende una memoria 252, un procesador 253, un módulo de radio LTE 254, un módulo GPS 255, un módulo WiFi 256 y un módulo BT 257. Cada uno de los módulos de radio comprende un

transceptor de radio y una entidad de control local. En una realización, la entidad de control LTE 258 determina los parámetros de potencia basándose en la información intercambiada con otros módulos de radio (predefinidos o por configuración). Por ejemplo, la entidad de control en el módulo WiFi 256 transmite la información de activación/desactivación WiFi, la información de señal de radio y/o el tráfico WiFi y la información de programación a la entidad de control 258 (por ejemplo, representada por una línea de puntos gruesa 280). Basándose en la información WiFi recibida, la entidad de control 258 detecta la condición de interferencia de IDC y determina los parámetros de potencia ajustados. A continuación, el transceptor de radio LTE 259 se comunica con el eNB261 para mitigar la interferencia de co-existencia de IDC (por ejemplo, representado por líneas gruesas de puntos 281 y 282).

Se han buscado soluciones diferentes para evitar y/o mitigar la interferencia de IDC. En general, el control de potencia (PC) es una funcionalidad comúnmente soportada por cada transceptor de radio por lo que reutilizar dicho mecanismo para mitigar la interferencia de IDC es una opción de bajo coste y compatible con versiones anteriores. El control de potencia puede usarse como una solución ligera antes de aplicar otras soluciones pesadas que requieren o más recursos o una sobrecarga de control (por ejemplo, la multiplexación por división de frecuencia (FDM) o una gestión de recursos de radio (RRM)) o tienen un mayor impacto en el rendimiento (por ejemplo, la multiplexación por división de tiempo (TDM)). En algunos casos, el control de potencia puede no resolver la interferencia de IDC por sí mismo y requiere la ayuda de otras soluciones complementarias.

La figura 3 ilustra un ejemplo de una solución de control de potencia para la mitigación de interferencia de co-existencia intra-dispositivo (IDC) de 3GPP. En el ejemplo de la figura 3, la señal de TX LTE 301 se transmite por un transceptor de radio LTE, mientras que la señal de RX WiFi/BT 302 se recibe por un transceptor de radio WiFi/BT. El transceptor LTE y el transceptor WiFi/BT están co-localizados en la misma plataforma de dispositivo de un UE. Cuando la señal de TX 301 está muy cerca de la señal de RX 302 en el dominio de la frecuencia, la emisión fuera de banda (OOB) y la emisión espuria resultantes del filtro de TX imperfecto y del diseño de RF del transceptor LTE pueden ser inaceptables para el transceptor WiFi/BT. Por ejemplo, el nivel de potencia de la señal de TX en el transceptor LTE de la señal de TX 301 puede ser aún mayor (por ejemplo 60 dB más alta que antes del filtrado) que el nivel de potencia de la señal de RX de la señal de RX 302 para el transceptor WiFi/BT incluso después del filtrado (por ejemplo, después de la supresión de 50 dB), provocando una interferencia de IDC significativa.

Tras la solución de control de potencia, cuando la señal de TX LTE 301 está en un canal de frecuencia cerca de la señal de RX WiFi/BT 302, puede reducirse la potencia de transmisión del transceptor LTE. En una primera realización, se aplica una solución de control de potencia centrada en el UE. El UE ajusta su potencia o sus parámetros de potencia localmente sin informar al eNB de servicio, que no tiene conocimiento sobre la existencia de tal solución. Por ejemplo, cuando el UE experimenta la interferencia de IDC, el UE cambia localmente la pérdida de trayectoria o su parámetro de compensación para disminuir su potencia de transmisión. En general, tal solución se implementa por el UE como una solución rápida para situaciones desesperadas, y por lo tanto no requiere ningún soporte de ninguna norma. Aunque tal solución no impone complejidad al eNB y es compatible con versiones anteriores, no está en línea con los principios generales de LTE. Además, el eNB puede aumentar la potencia de transmisión del UE para compensar el efecto de mitigación de interferencia de IDC.

En los sistemas LTE/LTE-A, el mecanismo de control de potencia LTE heredado no debería romperse para los problemas de interferencia de IDC. Por lo tanto, en lugar de reducir directamente de manera local la potencia de TX LTE, una solución más aceptable es ajustar los parámetros de control de potencia. En una segunda realización, el UE aplica la señalización de control de potencia implícita. El UE ajusta localmente los parámetros de potencia e informa al eNB a través de los informes existentes. Tras recibir los parámetros de potencia, a continuación, el eNB ajusta la potencia de transmisión del UE en consecuencia. Tal solución está en línea con el principio de LTE y podría ser compatible con las versiones anteriores mediante la reutilización del mecanismo de generación de informes existente. Sin embargo, la solución puede necesitar alguna modificación de la norma.

En una tercera realización, el UE aplica una señalización de control de potencia explícita. El UE informa explícitamente al eNB para disminuir la potencia de transmisión del UE, posiblemente con razón. A continuación, el eNB disminuye la potencia de transmisión del UE basándose en el requisito del UE. En un primer ejemplo, cuando experimenta la interferencia de IDC, el UE informa al eNB de la existencia de la interferencia y se aplica la reducción de potencia a través de un nuevo mecanismo. En un segundo ejemplo, cuando experimenta la interferencia de IDC, el UE conmuta a una clase de potencia diferente. La nueva clase de potencia puede señalarse a través de la capacidad de UE, un nuevo mensaje RRC o un nuevo CE MAC. Debido a que la interferencia de IDC podría ser bastante dinámica, la red tiene que soportar la capacidad de UE sobre la marcha si la clase de potencia del UE se trata como parte de la capacidad de UE. Bajo esta solución, el eNB y la red son conscientes de la condición de interferencia de IDC. Sin embargo, requiere un nuevo mecanismo de señalización y se aumenta la complejidad de la red.

En los sistemas LTE/LTE-A, la potencia de transmisión del UE $P_{PUSCH(i)}$ en un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) está definida por la Ec. (1):

$$P_{PUSCH}(i) = \text{mín} \{ P_{CMAX}, 10 \log_{10} (M_{PUSCH}(i) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) * PL + \Delta_{TF}(i) + f(i)) \} \quad (1)$$

donde

- $M_{PUSCH}(i)$, $\Delta_{TF}(i)$, $f(i)$ son parámetros dados por la concesión de canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) del eNB (Grupo A)
- 5 – $P_{O_PUSCH}(j)$, $\alpha(j)$, $\Delta_{TF}(i)$ son parámetros señalizados por el control de recursos de radio (RRC) del eNB (Grupo B)
- P_{CMAX} (potencia de transmisión máxima configurada por UE), PL (pérdida de trayectoria) son parámetros determinados por el UE (Grupo C)

10 En los sistemas LTE/LTE-A, la potencia de transmisión del UE suele estar controlada por su eNB de servicio. Debido a que el eNB no conoce la capacidad de potencia y el consumo de energía del UE, el UE usa un mecanismo de informe de margen de potencia (PHR) para proporcionar periódicamente al eNB de servicio su valor de margen de potencia (PH), que se define como una compensación de potencia entre una potencia de transmisión máxima configurada por UE (por ejemplo, P_{CMAX}) y una potencia de transmisión actual calculada por UE (por ejemplo, P_{PUSCH}). Basándose en el PHR y la P_{CMAX} informados, el eNB controla a continuación la potencia de transmisión del UE en consecuencia. Por ejemplo, el eNB puede cambiar la potencia de transmisión del UE ajustando el número de bloques de recursos, el esquema de modulación y la codificación en el Grupo A o ajustando otros parámetros de control de potencia en el Grupo B.

20 En un aspecto novedoso, para mitigar la interferencia de IDC del transceptor de radio LTE a otros transceptores de radio co-localizados/coexistentes, el UE puede ajustar la potencia de transmisión máxima configurada por UE P_{CMAX} en el Grupo C a un valor inferior. Normalmente, un valor de P_{CMAX} inferior también corresponde a un valor de PH más pequeño. Tras esta señalización implícita, la P_{CMAX} inferior y el valor PH más pequeño pueden hacer que el eNB disminuya la potencia de transmisión del UE y, de este modo, reducir la interferencia de co-existencia. Esta es una solución sencilla y puede sumarse a la norma o simplemente usarse como una solución de implementación rápida.

25 La figura 4 ilustra los parámetros de potencia de un UE en los sistemas LTE/LTE-A. La potencia de transmisión máxima configurada por UE P_{CMAX} está definida en la Ec. (2), mientras que el valor de margen de potencia (PH) del UE se define en la Ec. (3):

$$P_{CMAX_L} \leq P_{CMAX} \leq P_{CMAX_H} \quad (2)$$

$$PH = P_{CMAX} - \text{Potencia de transmisión de UE} \quad (3)$$

donde

$$30 \quad - P_{CMAX_L} = \text{MÍN} \{ P_{EMAX} - \Delta T_C, P_{CLASEPOTENCIA} - \text{MÁX} (MPR + A - MPR, P-MPR) - \Delta T_C \} \quad (4)$$

$$- P_{CMAX_H} = \text{MÍN} \{ P_{EMAX}, P_{CLASEPOTENCIA} \} \quad (5)$$

- P_{EMAX} está configurada por capas superiores
- $P_{CLASEPOTENCIA}$ es la potencia máxima de salida del UE
- 35 – Reducción de potencia máxima (MPR): la reducción máxima permitida de la potencia máxima de cierto orden de modulación y el número de bloques de recursos
- Reducción de potencia máxima adicional (A-MPR): la reducción máxima permitida de la potencia máxima para el número de bloques de recursos y la banda
- P-MPR es el término de gestión de potencia para la reducción de potencia máxima. P-MPR es un parámetro controlado por UE para satisfacer el requisito de SAR debido a la proximidad, o evitar la interferencia con otras RAT 3GPP operativas en un UE, por ejemplo, actualmente el caso de uso representativo es LTE + CMA2000.
- 40 – $\Delta T_C = 1,5$ dB cuando el CC en el borde de una banda; de lo contrario 0 dB

De la ecuación (2), puede verse que el límite inferior de la potencia de transmisión máxima configurada por UE P_{CMAX_L} está controlado por la potencia de salida de UE máxima $P_{CLASEPOTENCIA}$ y la MPR, A-MPR y P-MPR de reducción de potencia máxima. Por lo tanto, al aumentar MPR, A-MPR, y/o P-MPR, el valor de P_{CMAX} puede disminuirse. Por ejemplo, suponiendo $P_{CLASEPOTENCIA} = 23$ dBm, $MPR = 2$ dB y $A-MPR = 1$ dB. Si no hay P-MPR, entonces la potencia de transmisión máxima P_{CMAX} es 20 dBm (por ejemplo, como se representa por P_{CMAX} 401 en la

figura 4). Sin embargo, si se introduce $P\text{-MPR} = 6$ dB debido a la implementación del UE para la condición de IDC, entonces la potencia de transmisión máxima P_{CMAX} disminuye a 17 dBm cuando hay una condición de IDC (por ejemplo, como se representa por $P_{\text{CMAX} 402}$ en la figura 4). P_{CMAX} es un límite duro configurado por UE, cuando el eNB solicita una potencia superior a P_{CMAX} , el UE ajusta la potencia TX (para P_{PUSCH} o P_{PUCCH} o combinados) para P_{CMAX} . MPR se ve afectada por el orden de modulación y el número de bloques de recursos, mientras que A-MPR se ve afectada por el número de bloques de recursos y la banda. En función de la implementación del UE, P-MPR puede verse afectada por la banda, y el número de bloques de recursos, y el orden de modulación, y la sensibilidad del receptor de los módems coexistentes, etc. De acuerdo con la Ec. (4), la reducción de potencia máxima total es la mayor entre (MPR + A-MPR) y P-MPR. Cuando P-MPR es más pequeña que MPR + A-MPR, está oculta y no puede verse por la red. La red se da cuenta de P-MPR cuando P-MPR se inserta por ciertas condiciones, por ejemplo, la IDC, que domina la MPR total.

Como alternativa, si el UE conmuta a una $P_{\text{CLASEPOTENCIA}}$ inferior, el valor de P_{CMAX} también puede reducirse. Tras recibir un P_{CMAX} menor o un valor PH más pequeño, es probable que el eNB disminuya la potencia de transmisión del UE. Debería observarse que el eNB también puede configurar la potencia de transmisión del UE basándose en otra información de control de enlace ascendente (por ejemplo, un indicador de calidad de canal (CQI) o una señal de referencia de sondeo (SRS)). Por ejemplo, el UE puede informar un CQI a un valor más conservador o transmitir una SRS con una potencia modificada, de tal manera que el eNB puede ajustar los parámetros de control de potencia (Grupo A o B) para disminuir la potencia de TX del UE. Sin embargo, tal esquema manipula el mecanismo de control de potencia engañando al eNB para pensar que la condición del canal es diferente y activar el eNB para disminuir la potencia de TX. Por lo tanto, este tipo de solución, en general, no es preferido por la red, y solo puede usarse como solución de implementación rápida si no hay una solución convencional disponible.

La figura 5 ilustra un procedimiento detallado de un método de una solución de control de potencia para mitigar la interferencia de IDC en un sistema de comunicaciones inalámbrico 500. El sistema de comunicaciones inalámbrico 500 comprende un UE501 y un eNB502. El UE501 comprende múltiples módulos de radio co-localizados en la misma plataforma de dispositivo. Uno de los módulos de radio es una radio LTE, y los otros módulos de radio pueden incluir radios WiFi/BT/GNSS. El UE501 también comprende una entidad de control central que facilita el mecanismo de mitigación de interferencias IDC. En la etapa 510, el UE501 determina una condición de interferencia de IDC. La condición de interferencia de IDC puede detectarse por la activación de la radio WiFi/BT/GNSS co-localizada, o recibiendo información de señal/tráfico de la radio WiFi/BT/GNSS co-localizada. En un ejemplo, la entidad de control central puede notificar a la radio LTE tras la activación de la radio WiFi. En otro ejemplo, la entidad de control central puede notificar a la radio LTE la calidad de señal y la información de programación de tráfico de la radio WiFi. Para el control de potencia LTE, el módulo de radio LTE puede basarse en la calidad de señal recibida de WiFi/BT/GNSS para estimar cuánta interferencia podría sufrir adicionalmente. El módulo de radio LTE puede basarse además en el nivel de potencia de transmisión LTE máximo actual para estimar el nivel de potencia de transmisión LTE máximo que puede ofrecer la radio WiFi/BT/GNSS para conseguir una calidad de señal recibida mínima.

En la etapa 520, tras determinar la condición de interferencia de IDC, el UE501 aplica una solución de control de potencia para mitigar la interferencia de IDC detectada. En una solución centrada en el UE, el UE501 simplemente ajusta su potencia o sus parámetros de potencia localmente sin informar al eNB502, que no tiene conocimiento sobre la existencia de tal solución. Por ejemplo, el UE501 disminuye la potencia de TX a través de la compensación PL. En un primer ejemplo, el UE501 disminuye de manera autónoma el parámetro de compensación PL $\alpha(j)$ en el Grupo B. En un segundo ejemplo, el UE501 asume una desviación en la estimación PL. Como alternativa, el eNB502 asigna dos parámetros de compensación PL (o un parámetro PL y una desviación), uno para la transmisión normal y el otro para la transmisión en el escenario de IDC. El UE501 conmuta entre los dos parámetros de manera autónoma. Opcionalmente, el UE501 puede informar al eNB de la existencia de la condición de interferencia de IDC, lo que implica la conmutación.

En una realización de la solución de control de potencia, el UE501 aplica el control de potencia con señalización implícita. En la etapa 531, el UE501 informa de los parámetros de potencia al eNB502. Los parámetros de potencia comprenden la potencia de transmisión máxima configurada por UE P_{CMAX} y el informe de margen de potencia PHR. Por ejemplo, el UE501 ajusta la P_{CMAX} a un valor inferior. Además, el UE501 también puede transmitir un indicador de co-existencia para informar al eNB502 de la condición de interferencia de co-existencia. En la etapa 532, el eNB502 transmite una orden TPC de vuelta al UE501 basándose en los parámetros de potencia recibidos. Por ejemplo, un valor P_{CMAX} inferior hace que el eNB502 reduzca la potencia de TX del UE a través de la orden TPC. En otro ejemplo, el eNB502 disminuye la potencia de TX del UE mediante una concesión de PDCCH. En la etapa 533, el UE501 reduce la potencia de transmisión basándose en la orden TCP o en la concesión de PDCCH o en la señalización de RRC para mitigar la interferencia de IDC.

Se usa el mecanismo de informe de margen de potencia (PHR) existente para el método de control de potencia ilustrado anteriormente con señalización implícita. El periodo, retraso y mapeo de reporte del PH se definen en la norma LTE. El RRC controla los informes de PH configurando los dos temporizadores Temporizador-PHRperiódico y Temporizador-PHRprohibido, y mediante la señalización Cambiopérdidatrayectoria-dl que establece el cambio en la

pérdida de trayectoria de enlace descendente medido y el retroceso de potencia necesario debido a la gestión de energía. Un PHR se activará cuando el Temporizador-PHRprohibido expire o haya caducado. En un ejemplo, el PHR se activa si el ajuste del valor de P_{CMAX} o de PH supera un valor de umbral (por ejemplo, el retroceso de potencia necesario debido a la gestión de energía (cuando se permite por P-MPR) ha cambiado más que Cambiopérdidatrayectoria-dl dB).

En otra realización de la solución de control de potencia, el UE501 aplica el control de potencia con señalización explícita. En la etapa 541, cuando experimenta la interferencia de IDC, el UE501 informa explícitamente al eNB502 de la existencia de la interferencia de IDC. En un primer ejemplo, el UE501 aplica la reducción de potencia de TX e informa al eNB502 de la reducción de potencia que aplica a través de un nuevo mecanismo de señalización. En un segundo ejemplo, el UE501 cambia la clase de potencia a un valor inferior cuando se activa otra radio co-existente o cuando la radio co-existente comienza a recibir tráfico. Asimismo, el UE501 cambia la clase de potencia a un valor más alto cuando la radio co-existente se desactiva o cuando la radio co-existente deja de recibir tráfico. En la etapa 542, el eNB502 transmite una orden TPC o una concesión de enlace ascendente al UE501 basándose en la clase de potencia recibida. En la etapa 543, el UE501 cambia la potencia de transmisión basándose en la orden TCP o en la concesión de enlace ascendente para mitigar la interferencia de IDC.

Hay varias posibilidades de señalización de clase de potencia. En un ejemplo, se usa un nuevo elemento de información (IE) en capacidad de UE para indicar la clase de potencia a través de la capacidad de UE. NAS emitiría una actualización TA/RA/LA con una cláusula especial para cambiar la clase de potencia del UE. En la actualidad, sin embargo, no hay soporte para el cambio de capacidad de UE sobre la marcha. Por ejemplo, si un UE ha cambiado sus capacidades de acceso de radio E-UTRA, entonces esto se activará por NAS mediante una nueva conexión RRC. Por lo tanto, el UE necesitaría ir a RRC_INACTIVO y a continuación volver a RRC_CONECTADO. Además, solo pueden cambiarse las capacidades VERDES mientras que el UE está conectado con una TAU. El cambio de las capacidades de E-UTRAN requiere actualmente que el UE se desconecte (lo que elimina las capacidades de UE del MME) y se vuelva a conectar. Para facilitar la señalización de clase de potencia a través de la capacidad de UE, puede introducirse un nuevo procedimiento de red (por ejemplo, el procedimiento S1) para permitir una reescritura de capacidad UE más frecuente para el cambio de clase de potencia. Además, puede introducirse un nuevo procedimiento de red para permitir la reescritura de capacidad de UE para el UE conectado. Por otro lado, puede usarse un temporizador de prohibición para limitar la frecuencia del cambio de clase de potencia del UE cuando se conecta el UE. Otras posibilidades de señalización de clase de potencia incluyen un nuevo mensaje de control de recurso de radio (RRC) y un elemento de control (CE) de control de acceso a medios (MAC). Informar al eNB a través de una nueva señalización de RRC o CE MAC en lugar de reutilizar la señalización de capacidad de UE mantiene la capacidad de UE estática. De esta forma, la red es transparente a las actividades dinámicas potenciales de los módems de radio co-localizados.

La figura 6 es un diagrama de flujo de un primer método de mitigación de interferencia de IDC que usa una solución de control de potencia. En la etapa 601, un módulo de radio LTE de un UE determina una condición de interferencia de IDC. El módulo de radio LTE está co-localizado con un segundo módulo de radio en la misma plataforma de dispositivo. En la etapa 602, tras detectar la condición de interferencia de IDC, el UE determina los parámetros de potencia ajustando una potencia de transmisión de UE máxima del módulo de radio LTE. En la etapa 603, el módulo de radio LTE transmite los parámetros de potencia ajustados a un eNB de servicio. En la etapa 604, el eNB transmite una orden TPC o una concesión de enlace ascendente al UE basándose en los parámetros de potencia recibidos, y el UE cambia la potencia de transmisión basándose en la orden TCP o en la concesión de enlace ascendente para mitigar la interferencia de IDC.

La figura 7 es un diagrama de flujo de un segundo método de mitigación de interferencia de IDC que usa una solución de control de potencia. En la etapa 701, un módulo de radio LTE de un UE determina una condición de co-existencia. El módulo de radio LTE está co-localizado con un segundo módulo de radio en la misma plataforma de dispositivo. En la etapa 702, tras detectar la activación/desactivación del módulo de radio co-localizado, el UE conmuta la clase de potencia del módulo de radio LTE. En la etapa 703, el módulo de radio LTE informa de la nueva clase de potencia a un eNB de servicio. En la etapa 704, el eNB transmite una orden TPC o una concesión de enlace ascendente al UE basándose en la clase de potencia recibida, y el UE cambia la potencia de transmisión basándose en la orden TCP o en la concesión de enlace ascendente para mitigar la interferencia de IDC.

Aunque la presente invención se ha descrito en conexión con ciertas realizaciones específicas por fines de instrucción, la presente invención no se limita a las mismas. Por ejemplo, aunque se ejemplifica un sistema de comunicaciones móvil LTE avanzado para describir la presente invención, la presente invención puede aplicarse de manera similar a otros sistemas de comunicaciones móviles, tales como los sistemas de acceso múltiple por división de código sincrónicos por división de tiempo (TD-SCDMA). En consecuencia, diversas modificaciones, adaptaciones y combinaciones de las diversas características de las realizaciones descritas pueden practicarse sin alejarse del alcance de la invención como se expone en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende:

5 (a) determinar una condición de interferencia de co-existencia intra-dispositivo, IDC, por un primer módulo de radio de OFDMA (205) co-localizado con un segundo módulo de radio (209) en un dispositivo de comunicación inalámbrico, UE, (201);

(b) determinar los parámetros de potencia ajustando una potencia de transmisión máxima configurada por UE del primer módulo de radio de OFDMA (205) basándose en la condición de interferencia de IDC determinada,

caracterizado porque, el método comprende además:

10 (c) transmitir los parámetros de potencia ajustados a una estación base de servicio (211) tras satisfacer una condición de activación para mitigar la interferencia de IDC.

2. El método de la reivindicación 1, en el que la determinación en (a) implica recibir una notificación de co-existencia de una entidad de control (204) en el dispositivo inalámbrico; o

en el que la determinación en (a) implica una activación o desactivación del segundo módulo de radio (209).

15 3. El método de la reivindicación 1, en el que el ajuste en (b) implica aumentar un valor de reducción de potencia máxima, MPR, y disminuir de este modo la potencia de transmisión máxima configurada por UE del primer módulo de radio (205).

4. El método de la reivindicación 1, en el que los parámetros de potencia comprenden la potencia de transmisión máxima configurada por UE y un informe de margen de potencia, PHR, del primer módulo de radio (205).

20 5. El método de la reivindicación 1, en el que la condición de activación en (c) se satisface si un ajuste de la potencia de transmisión máxima configurada por UE supera un valor umbral.

6. El método de la reivindicación 1, que comprende además:

(d) transmitir un indicador de co-existencia desde el primer módulo de radio LTE (205) a la estación base de servicio (211).

7. Un dispositivo de comunicación inalámbrico, UE, (201) que comprende:

25 un primer módulo de radio de OFDMA (205) adaptado para determinar una condición de interferencia de co-existencia intra-dispositivo, IDC, en el que el primer módulo de radio de OFDMA (205) se co-localiza con un segundo módulo de radio (209) en el dispositivo de comunicación inalámbrico (201), comprendiendo el primer módulo de radio de OFDMA (205):

30 un módulo de control de potencia (207) adaptado para determinar los parámetros de potencia ajustando una potencia de transmisión máxima configurada por UE del primer módulo de radio (205) basándose en la condición de interferencia de IDC determinada,

caracterizado porque, el primer módulo de radio de OFDMA (205) comprende además:

un transceptor de radio (206) adaptado para transmitir los parámetros de potencia ajustados a una estación base de servicio (211) tras satisfacer una condición de activación para mitigar la interferencia de IDC.

35 8. El dispositivo de la reivindicación 7, en el que el primer módulo de radio de OFDMA (205) está adaptado para recibir una notificación de co-existencia de una entidad de control (204) en el dispositivo inalámbrico (201); o en el que el primer módulo de radio de OFDMA (205) está adaptado para detectar una activación o desactivación del segundo módulo de radio (209).

40 9. El dispositivo de la reivindicación 7, en el que el módulo de control de potencia (207) está adaptado para aumentar un valor de reducción de potencia máxima, MPR, y disminuir de este modo la potencia de transmisión máxima configurada por UE del primer módulo de radio (205).

10. El dispositivo de la reivindicación 7, en el que los parámetros de potencia comprenden la potencia de transmisión máxima configurada por UE y un informe de margen de potencia, PHR, del primer módulo de radio (205).

11. El dispositivo de la reivindicación 7, en el que el transceptor de radio (206) está adaptado para transmitir los parámetros de potencia ajustados si un ajuste de la potencia de transmisión máxima configurada por UE supera un valor umbral.
- 5 12. El dispositivo de la reivindicación 7, en el que el transceptor de radio (206) está adaptado para transmitir un indicador de co-existencia a la estación base de servicio (211).
13. Un método, que comprende:
- (a) determinar una condición de interferencia de co-existencia intra-dispositivo, IDC, por un primer módulo de radio de OFDMA (205) co-localizado con un segundo módulo de radio (209) en un dispositivo de comunicación inalámbrico (201); y
- 10 (b) conmutar a una nueva clase de potencia del primer módulo de radio de OFDMA (205) basándose en la condición de interferencia de IDC determinada,
- caracterizado porque el método comprende además:
- (c) informar de la nueva clase de potencia a una estación base de servicio (211) para mitigar la interferencia de IDC.
- 15 14. El método de la reivindicación 13, en el que la determinación en (a) implica recibir una notificación de co-existencia de una entidad de control (204) en el dispositivo inalámbrico; o
- en el que la determinación en (a) implica una activación o desactivación del segundo módulo de radio (209).
15. El método de la reivindicación 13, en el que la información de la clase de potencia es
- a través de un mensaje de control de recursos de radio, RRC; o
- a través de un elemento de control, CE, de control de acceso al medio, MAC; o
- 20 - a través de un elemento de información, IE, contenido en la capacidad del equipo de usuario, UE, (201).
16. El método de la reivindicación 13, que comprende además:
- (d) transmitir un indicador de co-existencia desde el primer módulo de radio LTE (205) a la estación base de servicio (211).

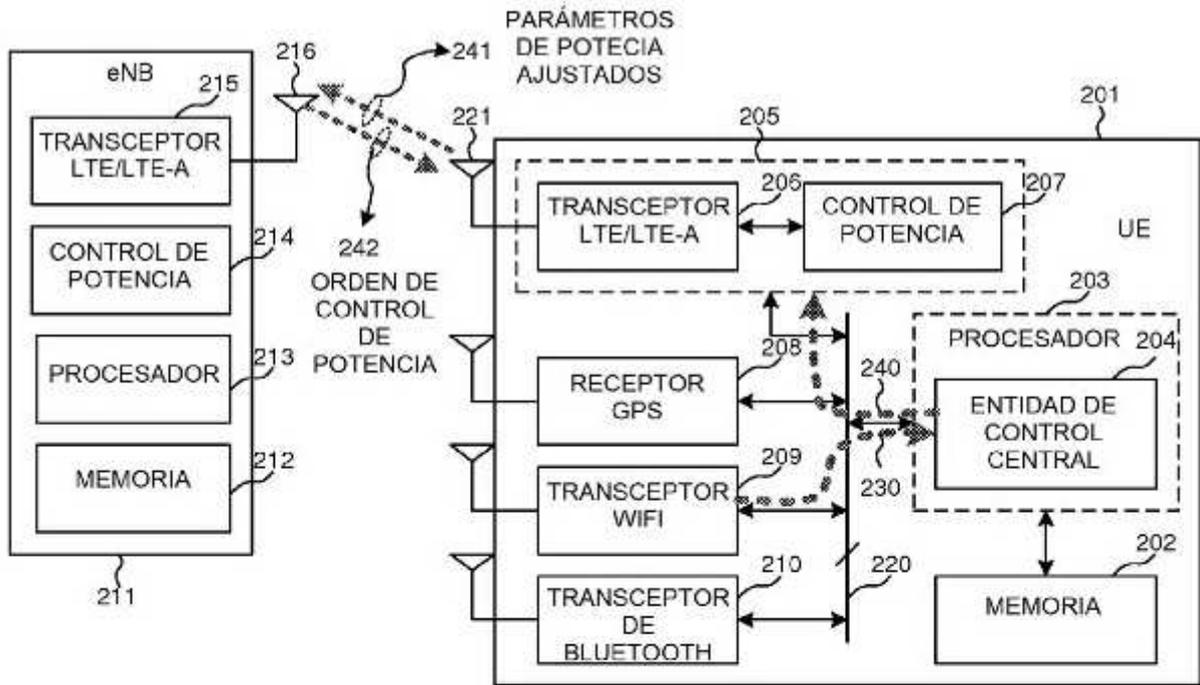


FIG. 2A

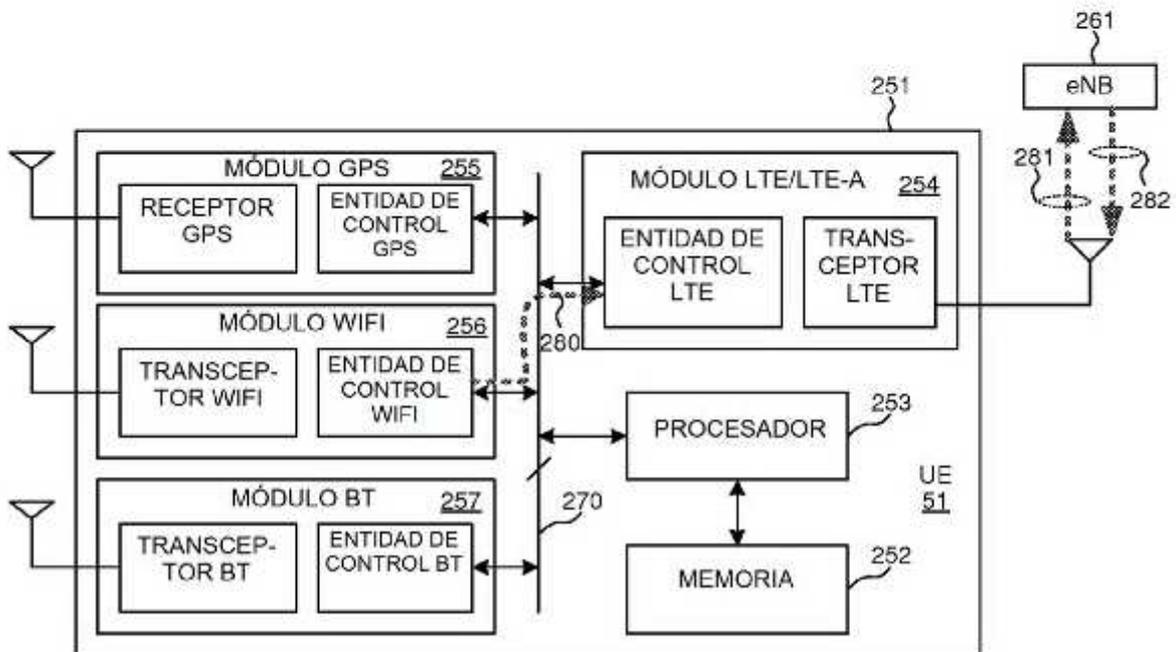


FIG. 2B

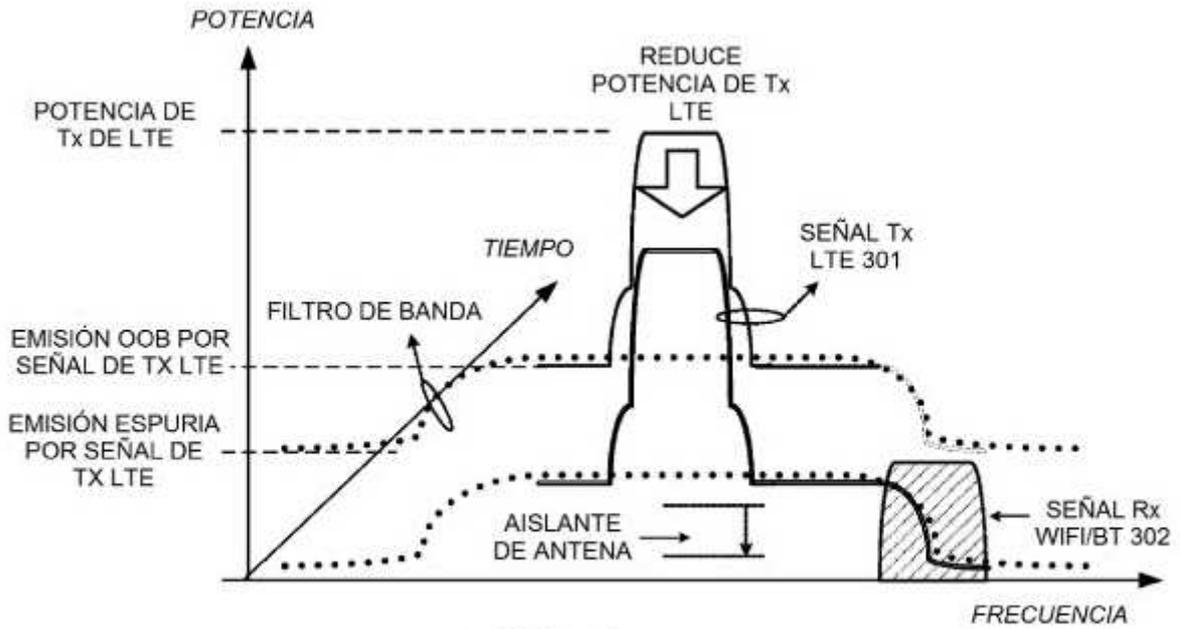


FIG. 3

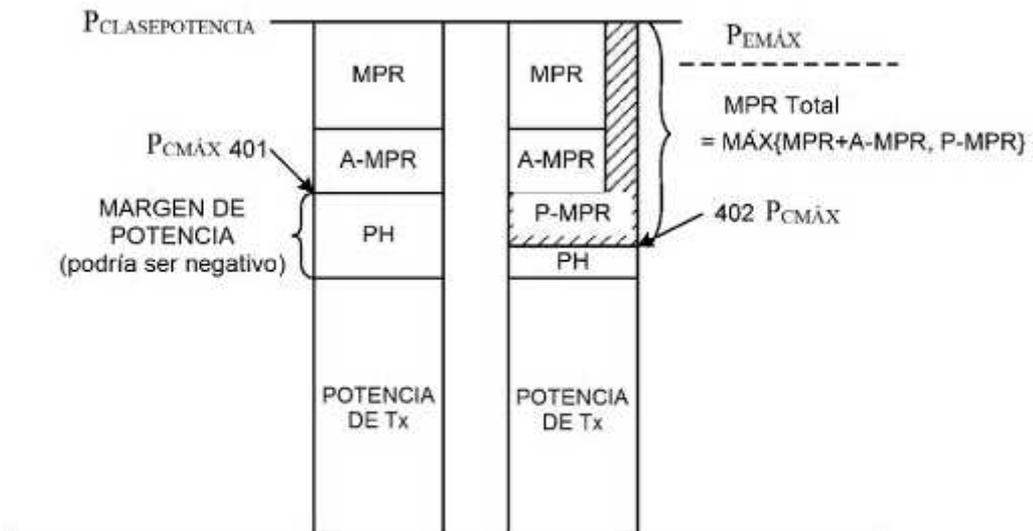


FIG. 4

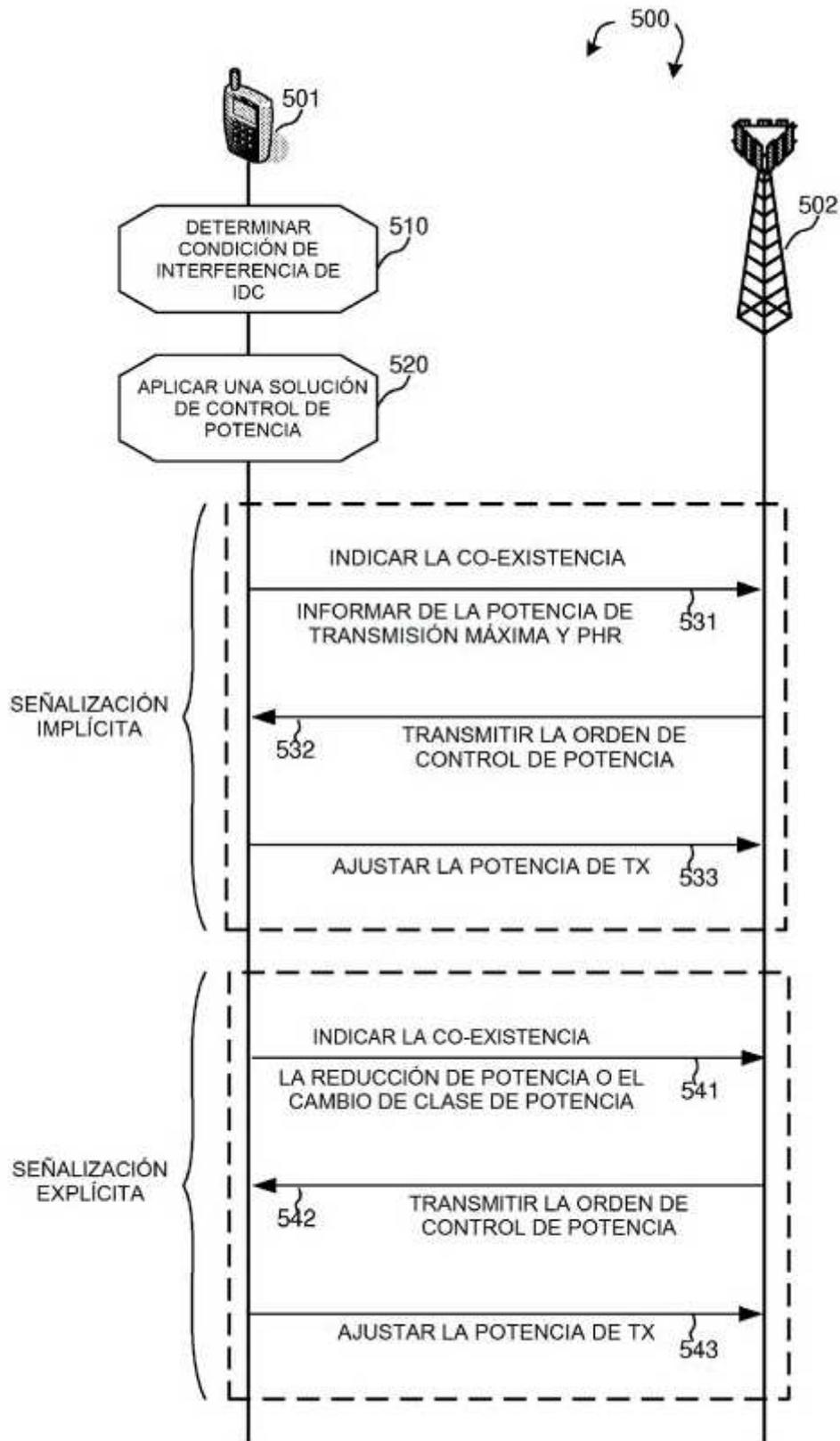


FIG. 5

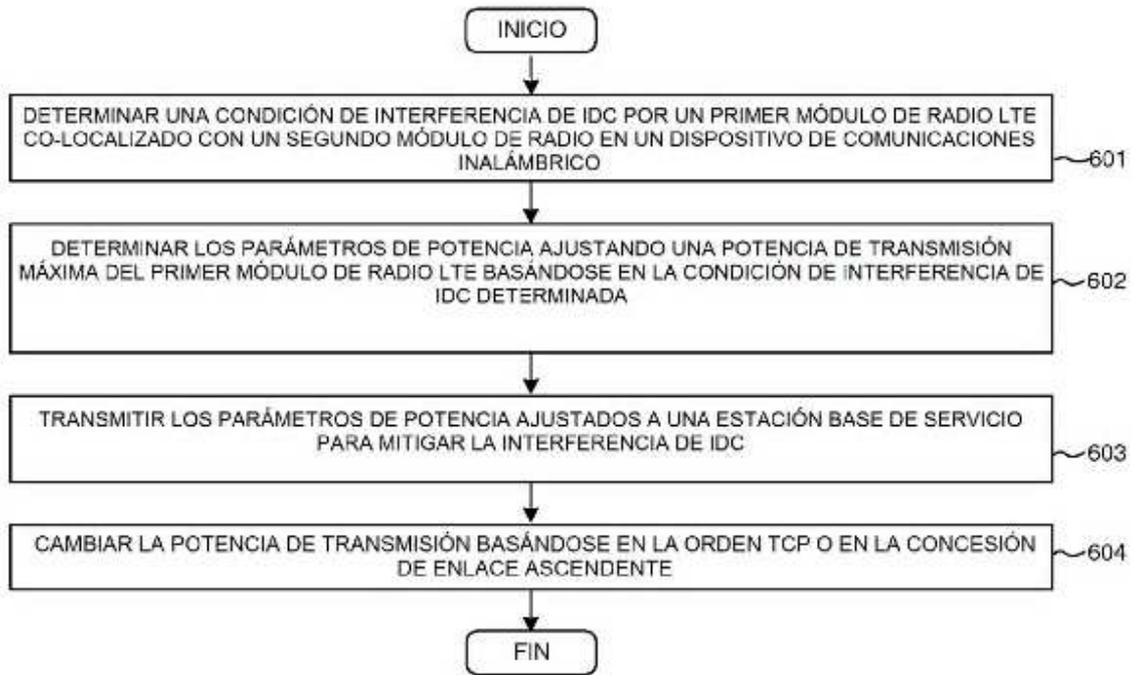


FIG. 6

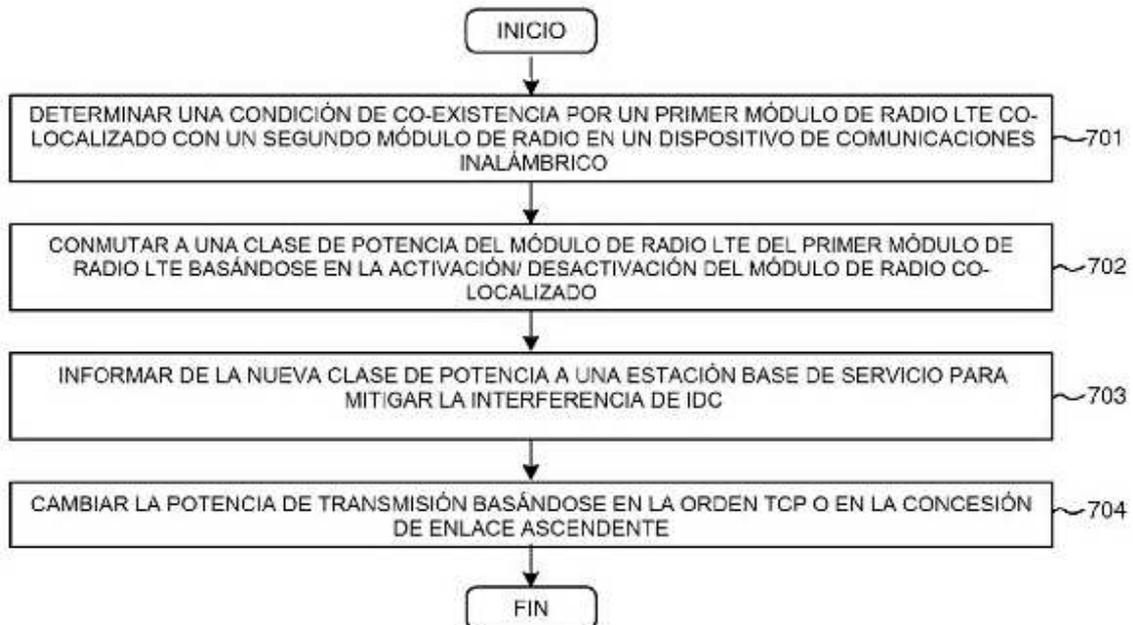


FIG. 7