

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 814**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/26** (2006.01)

**H04W 72/12** (2009.01)

**H04W 16/14** (2009.01)

**H04W 88/06** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.10.2011 PCT/CN2011/081042**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.04.2012 WO12051952**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2011 E 11833858 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 2499758**

54 Título: **Sistema y método para evitar interferencia de coexistencia de FDM/TDM híbrido**

30 Prioridad:

**20.10.2010 US 394858 P**

**20.06.2011 US 201113134876**

**19.10.2011 US 201161317524 P**

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

**08.01.2018**

73 Titular/es:

**MEDIATEK INC. (100.0%)**

**No. 1, Dusing Road, 1st Science-Based Industrial Park**

**Hsin-Chu 300, TW**

72 Inventor/es:

**FU, I-KANG y**

**LIU, CHIEH-CHAO**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 648 814 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

Sistema y método para evitar interferencia de coexistencia de FDM/TDM híbrido

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

- 5 Las realizaciones divulgadas se relacionan de manera general con comunicaciones de red inalámbrica, y, más particularmente, con soluciones para evitar la interferencia de la coexistencia en el dispositivo (IDC).

Descripción de la técnica relacionada

10 La ubicuidad del acceso a la red casi se ha efectuado hoy. Desde el punto de vista de la infraestructura de red, diferentes redes pertenecen a diferentes capas (por ejemplo, capas de distribución, capa celular, capa de punto de acceso, capa de red personal, y capa fija/alambrada) que suministran diferentes niveles de cubrimiento y conectividad a los usuarios. Ya que el cubrimiento de una red específica puede no estar disponible en cualquier parte, y ya que diferentes redes pueden ser optimizadas para diferentes servicios, es así deseable que los dispositivos de usuario soporten múltiples redes de acceso de radio en la misma plataforma del dispositivo. Como la demanda para la comunicación inalámbrica continúa incrementándose, los dispositivos de comunicación inalámbricos tales como los teléfonos celulares, los asistentes digitales personales (PDA), los dispositivos manuales inteligentes, los ordenadores portátiles, los ordenadores de tableta, etc., están siendo de manera creciente equipados con múltiples transceptores de radio. Un terminal de radio múltiple (MRT) puede incluir simultáneamente un radio con Evolución de largo plazo (LTE) o con LTE avanzado (LTE-A), una red de área local inalámbrica (WLAN, por ejemplo, WiFi), radio de acceso, una radio Bluetooth (BT) y un radio con Sistema Satelital de Navegación Global (GNSS).

20 Debido a la escasez de recurso del espectro de radio, diferentes tecnologías pueden operar en espectros de radio traslapados o adyacentes. Por ejemplo, el modo LTE/LTE-A TDD a menudo opera en 2.3-2.4 GHz, el WiFi a menudo opera a 2.400-2.483.5 GHz, y el BT a menudo opera a 2.402-2.480 GHz. La operación simultánea de múltiples radios coubicadas en el mismo dispositivo físico, por lo tanto, pueden sufrir una degradación significativa que incluye la interferencia de coexistencia significativa entre ellos o debido a los espectros de radio traslapantes o adyacentes.

25 Debido a la proximidad física y al escape de potencia de radio, cuando la transmisión de datos para un primer transceptor de radio traslapa con la recepción de datos para un segundo transceptor de radio en el dominio de tiempo, la segunda recepción del transceptor de radio puede sufrir debido a la interferencia de la primera transmisión del transceptor de radio. De manera similar, la transmisión de datos del segundo transceptor de radio puede interferir con la recepción de datos del primer transceptor de radio.

30 La figura 1 (técnica anterior) es un diagrama que ilustra la interferencia entre un transceptor LTE, y un transceptor WiFi/BT coubicado y el receptor GNSS. En el ejemplo en la Figura 1, el equipo de usuario (UE) 10 es un MRT que comprende un transceptor 11 LTE, un receptor 12 GNSS y un transceptor 13 BT/WiFi colocado en la misma plataforma del dispositivo. El transceptor 11 LTE comprende un módulo de banda base LTE y un módulo LTE RF acoplado a una antena #1. El receptor 12 GNSS comprende un módulo de banda base GNSS y un módulo GNSS RF acoplado a la antena #2. El transceptor 13 BT/WiFi comprende un módulo de banda base BT/WiFi y un módulo de BT/WiFi RF acoplado a una antena #3. Cuando el transceptor 11 LTE transmite señales de radio, tanto el receptor 12 GNSS como el transceptor 13 BT/WiFi pueden sufrir interferencia de coexistencia del LTE. De manera similar, cuando el transceptor 13 BT/WiFi transmite señales de radio, tanto el receptor 12 GNSS como el transceptor 11 LTE pueden sufrir interferencia de coexistencia del BT/WiFi. Cómo el UE10 puede comunicarse simultáneamente con múltiples redes a través de diferentes transceptores y evitar/reducir la interferencia de coexistencia este es un problema retador.

40 La figura 2 (técnica anterior) es un diagrama que ilustra la potencia de la señal de las señales de radio de dos transceptores RF coubicados. En el ejemplo de la Figura 2, el transceptor A y el transceptor B están coubicados en la misma plataforma del dispositivo (es decir, en el dispositivo). La señal de transmisión (TX) por el transceptor A (por ejemplo, WiFi TX en ISM CH1) es muy cercana a la señal de recepción (RX) (por ejemplo, LTE RX en la Banda 40) para el transceptor B en el dominio de frecuencia. La salida de la emisión de banda (OOB) es una emisión espuria por el transceptor A puede ser inaceptable para el transceptor B dando como resultado un filtro TX imperfecto y un diseño RF. Por ejemplo, el nivel de potencia de la señal TX por el transceptor A puede ser todavía mayor (por ejemplo 60 dB mayor antes de filtro) que el nivel de potencia de la señal RX para el transceptor B aún después del filtrado (por ejemplo, después de la supresión de 50dB).

50 Además del filtro TX imperfecto y el diseño RF, el filtro RX imperfecto y el diseño RF pueden originar una interferencia de coexistencia en el dispositivo inaceptable. Por ejemplo, algunos de los componentes RF pueden estar saturados debido a la potencia de transmisión desde otro transceptor en el dispositivo, pero no pueden ser completamente filtradas, lo que da como resultado una saturación del amplificador de ruido bajo (LNA) y hacer que el convertidor analógico a digital (ADC) trabaje de manera incorrecta. Tal problema existe realmente sin importar cuanta separación

de frecuencia exista entre el canal TX y el canal RX. Esto es porque cierto nivel de la potencia TX (por ejemplo, de una señal TX armónica) se pueda acoplar en el extremo frontal RX RF y saturar su LNA. Se buscan varias soluciones de mitigación de la interferencia de coexistencia en el dispositivo.

5 Del documento US 2009/088177 A1, el método multiplexado por división de frecuencia, FDM/multiplexado por división de tiempo, TDM, se conoce evitar la interferencia de coexistencia, que comprende las etapas de:

detectar un problema de interferencia de coexistencia en el dispositivo entre un primer transceptor de radio y un segundo transceptor de radio coubicados en una plataforma del dispositivo,

transmitir un indicador de interferencia IDC desde el primer transceptor de radio a una estación base en un sistema inalámbrico, y

10 reportar información IDC a la estación base, donde la información IDC comprende tanto recomendación para las configuraciones FDM como TDM.

15 Del 3GPP "Proyecto de Asociación de Tercera Generación; Redes de Acceso de Radio de Grupo de Especificación Técnica; Acceso Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA); Estudio sobre señalización y procedimientos para evitar interferencias para la coexistencia en el dispositivo; (Versión 10)" "en 3GPP DRAFT; R2-106004 TR 36.816 V0.2.0, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE; 650, ROUTE DES LUCIOLES,F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCE, vol. RAN WG2, no. Xiâ an, China; 201010; 19 October 2010 (2010-10-19), XP050491856, Es conocido un mecanismo para evitar la interferencia en los radios LTE y GPS/ISM en el mismo dispositivo, que están trabajando en frecuencias adyacentes o en frecuencias subarmónicas.

20 Del documento WO 2009/127690 es conocido un método para posibilitar los múltiples sistemas de comunicación inalámbricos para operar en espectros de radio similares y/o geográficamente ubicados cerca el uno del otro.

Se contempla un dispositivo inalámbrico que tiene una entidad de control central que coordine los múltiples transceptores de radio coubicados dentro de la misma plataforma del dispositivo para mitigar la interferencia de coexistencia. El dispositivo inalámbrico comprende la entidad de control central, un transceptor LTE, un transceptor WiFi/BT, y un receptor GNSS.

25 En un ejemplo, la entidad de control central recibe información de la señal de radio de los transceptores y determina la información de control. La información de control se utiliza para disparar la solución de multiplexado por división de frecuencia (FDM) de tal manera que las señales transmitidas/recibidas se mueven a los canales de frecuencia designados para mitigar la interferencia de coexistencia. La información de la señal comprende la información de medición de interferencia de coexistencia, la información de calidad de señal recibida, el estado de transmisión, una  
30 información de frecuencia de servicio LTE, una información de canal de frecuencia WiFi, una información de rango de salto de frecuencia BT, y una información de frecuencia de centro de la señal GNSS. La información de control para la solución FDM comprende un instrumento para disparar el transceptor LTE para indicar a una estación base LTE qué canales de frecuencia se afectan mediante la interferencia de coexistencia, una instrucción para disparar el transceptor LTE para enviar indicación a una estación base LTE para conmutar (por ejemplo, cambio de celda, RLF)  
35 desde una primera portadora RF a una segunda portadora RF, una instrucción o recomendación para conmutar o utilizar un nuevo canal WiFi para el transceptor WiFi, y una instrucción para ajustar el rango de salto de frecuencia para el transceptor BT.

40 En otro ejemplo, la entidad de control central recibe información de tráfico y programación de los transceptores y determina la información de control. La información de control se utiliza para disparar la solución de multiplexado por división de tiempo (TDM) de tal manera que los transceptores son programados para transmitir o recibir señales de radio durante un tiempo de duración específica para mitigar la interferencia de coexistencia. La información de tráfico y programación comprende el estado de transmisión, el modo de operación, la solicitud de prioridad, la calidad de la señal recibida o la fortaleza, la información de patrón de tráfico, información de tiempo de recepción de baliza WiFi, configuración LTE DRX, BT maestro/esclavo, y tipo de receptor GNSS. La información de control para la solución TDM  
45 comprende una instrucción para disparar el transceptor LTE para enviar la recomendación de la duración PRENDIDO/APAGADO, Radio PRENDIDO/APAGADO, tiempo de inicio, o ciclo de trabajo para la configuración DRX a una estación base LTE, una instrucción para terminar o reasumir el TX o RX del Transceptor LTE/WiFi/BT durante una duración de tiempo específica, una instrucción para el transceptor WiFi para controlar el tiempo de transmisión/recepción al negociar con el punto de acceso WiFi (AP) al utilizar protocolo de ahorro de potencia.

50 En aun otro ejemplo, la solución de control de potencia se utiliza para mitigar la interferencia de coexistencia. Para el control de potencia LTE, la entidad de control central determina un nivel de restricción de potencia máximo para el transceptor LTE, con base en la calidad de la señal recibida para el receptor WiFi/BT/ GNSS. El nivel de restricción de potencia máximo es el recomendado por el transceptor LTE a una estación base LTE. Para el control de la potencia

WiFi/BT, la entidad de control central instruye el transceptor WiFi/BT a ajustar el nivel de potencia de transmisión si la calidad de la señal recibida para la señal LTE es pobre.

Otro ejemplo suministra, una solución FDM/TDM híbrida para evitar la interferencia de coexistencia en el dispositivo. Un equipo de usuario (UE) comprende un primer transceptor de radio y un segundo transceptor de radio coubicado. El UE detecta la interferencia de coexistencia entre dos radios con base en la medición de la señal. El UE envía un indicador de interferencia IDC a su estación base de servicio (eNB). El UE también reporta información IDC, que incluye recomendación para las configuraciones FDM y TDM al eNB. El eNB recibe el indicador de interferencia IDC y evalúa si disparar la solución con base en FDM para mitigar la interferencia de coexistencia. El eNB también evalúa si disparar la solución basada en TDM para mitigar la interferencia de coexistencia. La evaluación se basa en las configuraciones FDM y TDM recomendadas. El eNB puede disparar la solución basada en FDM, la solución basada en TDM o la solución FDM y TDM con base en los resultados de la evaluación de la factibilidad y la efectividad de cada solución.

El documento US 2009/088177 A1 corresponde a un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. La presente invención se define por la materia objeto de las reivindicaciones finales.

15 Breve descripción de los dibujos

Los dibujos que acompañan, en donde numerales de referencia indican componentes similares, ilustran realizaciones de la invención.

La Figura 1 (técnica anterior) es un diagrama que ilustra la interferencia entre el transceptor LTE y el transceptor WiFi/BT coubicado y el receptor GNSS.

20 La Figura 2 (técnica anterior) es un diagrama que ilustra la señal de potencia de las señales de radio de dos transceptores RF coubicados en la misma plataforma del dispositivo.

La Figura 3 ilustra un equipo de usuario que tiene múltiples transceptores de radio en un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con un aspecto novedoso.

25 La figura 4 ilustra una primera realización de un diagrama de bloques simplificado de un equipo de usuario de LTE que tiene una entidad de control central.

La figura 5 ilustra una segunda realización de un diagrama de bloques simplificado de un equipo de usuario LTE que tiene una entidad de control central.

La Figura 6 ilustra una asignación de espectro global alrededor de una banda 2,4 GHz ISM con más detalle.

30 La Figura 7 ilustra un primer ejemplo de una solución FDM para evitar la interferencia de coexistencia en el dispositivo 3GPP.

La Figura 8 ilustra un segundo ejemplo de una solución de FDM para evitar la interferencia de coexistencia en el dispositivo 3GPP.

La Figura 9 ilustra un ejemplo de una solución TDM para evitar la interferencia de coexistencia en el dispositivo 3GPP.

35 La Figura 10 ilustra un primer ejemplo de una solución de control de potencia para evitar la interferencia de coexistencia en el dispositivo 3GPP.

La Figura 11 ilustra un segundo ejemplo de una solución de control de potencia para evitar la interferencia de coexistencia en el dispositivo 3GPP.

La figura 12 ilustra un procedimiento detallado de evitar la interferencia de coexistencia en el dispositivo utilizando una entidad de control central de acuerdo con un aspecto novedoso.

40 La Figura 13 es un diagrama de flujo de un método para evitar la interferencia de coexistencia utilizando solución FDM.

La Figura 14 es un diagrama de flujo de un método para evitar la interferencia de coexistencia utilizando la solución TDM.

La Figura 15 ilustra los resultados de la medición en la interferencia de coexistencia WiFi y LTE y la correspondiente generación de ruido con diferente filtro.

La figura 16 es un diagrama de bloque simplificado de un terminal de usuario y una estación base en un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con un aspecto novedoso.

La figura 17 ilustra el intercambio de comunicación y mensaje entre el UE y el eNB para las soluciones con el fin de evitar la interferencia de coexistencia FDM/TDM.

5 La Figura 18 es un diagrama de flujo de un método de solución FDM/TDM híbrido para evitar la interferencia de IDC desde la perspectiva UE.

La Figura 19 es un diagrama de flujo de un método de solución FDM/TDM híbrida para evitar la interferencia de IDC desde la perspectiva de eNB.

Descripción detallada de la invención

10 Se hará ahora referencia en detalle a algunas realizaciones de la invención, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos que la acompañan.

La figura 3 ilustra un equipo de usuario UE 31 que tiene múltiples transceptores de radio en un sistema 30 de comunicación inalámbrico de acuerdo con un aspecto novedoso. El sistema 30 de comunicación inalámbrico comprende un equipo UE31 de usuario, una estación base de servicio (por ejemplo, un nodo evolucionado B) eNB32, un punto de acceso WiFi WiFi AP33, un dispositivo Bluetooth BT34 y un dispositivo satelital con sistema de posicionamiento global GPS35. El sistema 30 de comunicación inalámbrico suministra varios servicios de acceso de red para el UE31 por vía de diferentes tecnologías de acceso de radio. Por ejemplo, el eNB32 suministra acceso a la red de radio celular (por ejemplo, un sistema de evolución de largo plazo 3GPP (LTE) o LTE Avanzado (LTE-A)), el WiFi AP33 suministra cobertura local en el acceso a la red de área local inalámbrica (WLAN), el BT34 suministra comunicación de red personal de rango corto, y el GPS35 suministra acceso global como parte de un Sistema Satelital de Navegación Global (GNSS). Para facilitar mejor las varias tecnologías de acceso de radio, el UE31 es un terminal de radio múltiple (MRT) que está equipado con múltiples radios coubicados en la misma plataforma del dispositivo (es decir, en el dispositivo).

Debido a los escasos recursos de espectro de radio, diferentes tecnologías de acceso de radio pueden operar en traslapeo o con espectros de radio adyacentes. Como se ilustró en la figura 3, la UE31 comunica la señal 36 de radio con eNB32, la señal 37 de radio con el WiFi AP33, la señal 38 de radio con el BT34, y recibe la señal 39 de radio del GPS35. La señal 36 de radio pertenece a la Banda 40 3GPP, la señal 37 de radio pertenece a uno de los canales WiFi, y la señal 38 de radio pertenece a uno de los setenta y nueve canales de Bluetooth. Las frecuencias de todas aquellas señales de radio caen dentro de un rango de 2.3GHz a 2.5GHz, que pueden dar como resultado una interferencia de coexistencia significativa del uno con el otro. En un aspecto novedoso, el UE31 comprende una entidad de control central que coordina con diferentes transceptores de radio dentro de la misma plataforma de dispositivo para mitigar la interferencia de coexistencia.

La figura 4 ilustra una primera realización de un diagrama de bloques simplificado de un dispositivo 41 de comunicación inalámbrico que tiene una entidad de control central. El dispositivo 41 de comunicación inalámbrico comprende la memoria 42, un procesador 43 que tiene una entidad 44 de control central, un transceptor 45 LTE/LTE-A, un receptor 46 GPS, un transceptor 47 WiFi, un transceptor 48 Bluetooth y un bus 49. En el ejemplo de La figura 4, la entidad 44 de control central es una entidad lógica físicamente ejecutada dentro del procesador 43, que también se utiliza para procesar la aplicación del dispositivo para el dispositivo 41. La entidad 44 de control central se conecta a varios transceptores dentro del dispositivo 41, y se comunica con varios transceptores por vía del bus 49. Por ejemplo, el transceptor 47 WiFi transmite la información de señal WiFi y/o el tráfico WiFi y la información de programación a la entidad 44 de control central (por ejemplo, representada por una línea 101 punteada gruesa). Con base en la información WiFi recibida, la entidad 44 de control central determina la información de control y transmite la información de control al transceptor 45 LTE/LTE-A (por ejemplo, representada mediante una línea 102 punteada gruesa). En una realización, el transceptor 45 LTE se comunica adicionalmente con su estación eNB40 de base de servicio con base en la información de control recibida para mitigar la interferencia de coexistencia (por ejemplo, representada por la línea 103 punteada gruesa).

La figura 5 ilustra una segunda realización de un diagrama de bloques simplificado de un dispositivo 51 inalámbrico que tiene una entidad de control central. El dispositivo 51 de comunicación inalámbrico comprende la memoria 52, un procesador 53, un transceptor 54 LTE/LTE-A que tiene una entidad 55 de control central, un receptor 56 GPS, un transceptor 57 WiFi, un transceptor 58 Bluetooth y un bus 59. Cada transceptor contiene una entidad de control local (por ejemplo, el procesador MAC), un módulo de radiofrecuencia (RF) y un módulo de banda de base (BB). En el ejemplo de la figura 5, la entidad 55 de control central es una entidad lógica físicamente ejecutada dentro de un procesador que está físicamente ubicado dentro del transceptor 54 LTE/LTE-A. Alternativamente, la entidad 55 de control central puede estar físicamente localizada dentro del transceptor WiFi o dentro del transceptor Bluetooth. La entidad 55 de control central se acopla a varios transceptores de radio coubicados dentro del dispositivo 41 y que se

comunica con varias entidades de control local por vía del bus 49. Por ejemplo, la entidad de control WiFi dentro del transceptor 57 WiFi transmite información WiFi a la entidad 55 de control central (por ejemplo, representada por la línea 104 punteada gruesa). En base a la información WiFi recibida, la entidad 55 de control central determina la información de control y transmite la información de control a la entidad de control LTE dentro del transceptor 54 LTE/LTE-A (por ejemplo, representada por una línea 105 punteada gruesa.). En una realización, el transceptor 54 LTE/LTE-A se comunica adicionalmente con la estación base de servicio con base en la información de control recibida para mitigar la interferencia de coexistencia (por ejemplo, representada por una línea 106 punteada gruesa).

Cómo mitigar de manera efectiva la interferencia de coexistencia es un problema retador para los transceptores de radio coubicados que operan en canales de frecuencia de traslapo o adyacentes. El problema es más severo alrededor de la banda de frecuencia de radio 2,4 GHz ISM (El Industrial, Científico y Médico). La Figura 6 ilustra una asignación de espectro global alrededor de una banda de 2,4 GHz ISM con más detalle y el correspondiente impacto de interferencia de coexistencia del WiFi a LTE en la Banda 40 3GPP. Como se ilustró en la tabla 61 superior de la Figura 6, la banda de 2,4 GHz ISM (por ejemplo, que varía desde 2400-2483.5MHz) se utiliza tanto para los catorce canales WiFi como para los setenta y nueve canales Bluetooth. El uso de los canales WiFi depende de la decisión WiFi AP, mientras que el Bluetooth utiliza el salto de frecuencia a través de la banda ISM. Además de la banda ISM aglomerada, la Banda 40 3GPP varía desde 2300-2400MHz, y la Banda 7 UL varía desde 2500-2570MHz, ambas son muy cercanas a la banda de frecuencia de radio de 2.4GHz ISM.

La tabla 62 inferior de la Figura 6 ilustra el impacto de interferencia de coexistencia del WiFi al LTE en la Banda 40 3GPP bajo un filtro de atenuación típico. La Tabla 62 lista el valor de desensibilización de un transceptor LTE que opera en un canal de frecuencia específico (por ejemplo, cada hilera de la Tabla 62) que es interferido por un transceptor WiFi colubicado que opera en otro canal de frecuencia específico (por Ejemplo, Cada columna de la Tabla 62). El valor de desensibilización en la Tabla 62 indica que tanto la sensibilidad de la señal receptora LTE requiere ser reforzada con el fin de alcanzar la misma calidad de señal (por ejemplo, SNR/SINR) como si no existiera interferencia del transceptor WiFi coubicado. Por ejemplo, si el transceptor LTE opera a 2310MHz y el transceptor WiFi opera a 2412MHz, entonces el LTE recibe señales que requieren ser reforzadas para 2.5 dB para desfasar cualquier interferencia de coexistencia. De otro lado, si el transceptor LTE opera a 2390MHz y el transceptor WiFi opera a 2412MHz, entonces la señal de recepción LTE requiere ser reforzada para 66dB para desfasar cualquier interferencia de coexistencia. Por lo tanto, sin el mecanismo para evitar la interferencia adicional, la solución de filtro tradicional es insuficiente para mitigar la interferencia de coexistencia de tal manera que diferentes tecnologías de acceso de radio pueden trabajar bien de manera independiente en la misma plataforma del dispositivo.

Se han buscado diferentes soluciones para evitar la interferencia de coexistencia. Entre las diferentes soluciones para evitar la interferencia, el multiplexado por división de frecuencia (FDM), El multiplexado por división de tiempo (TDM), y el manejo de potencia son tres de las soluciones principales propuestas de acuerdo con la presente invención. Adicionalmente, se utiliza una entidad de control central para coordinar los transceptores coubicados y para facilitar las varias soluciones para evitar la interferencia. Las realizaciones detalladas y ejemplos de varias soluciones para evitar la interferencia se describen ahora adelante con los dibujos que la acompañan.

La Figura 7 ilustra un primer ejemplo de una solución de FDM para evitar la interferencia de coexistencia 3GPP. En el ejemplo de la Figura 7, un transceptor LTE es coubicado con un transceptor WiFi/BT. La señal de transmisión (TX) por el transceptor WiFi/BT (por ejemplo, la señal 71 WiFi/BT TX) es muy cercana a la señal de recepción (RX) para el transceptor LTE (por ejemplo, señal 72 RX LTE) en el dominio de la frecuencia. Como resultado, la emisión fuera de banda (OOB) y la emisión espurea del transceptor WiFi/BT es inaceptable para el transceptor LTE dando como resultado filtro TX imperfecto y un diseño RF. (Por ejemplo, el nivel de potencia de la señal WiFi/BT TX puede aún ser mayor (por ejemplo, 60 dB mayor antes del filtrado) que el nivel de potencia de la señal LTE RX aún después del filtrado (por ejemplo, después de la supresión de 50dB) sin el mecanismo para evitar la interferencia adicional. Como se ilustró en la Figura 7, una posible solución de FDM es mover la señal 72 LTE RX alejándola de la banda ISM al utilizar el procedimiento de cambio de celda.

En los sistemas LTE, la mayoría de las actividades que incluyen procedimientos de cambio de celda están controladas por la red. Por lo tanto, al inicio de las soluciones FDM ayudadas UE controladas por la red LTE, el UE puede enviar una indicación a la red para reportar el problema que resulta por la interferencia de coexistencia, o para recomendar que sea efectuada una cierta acción (por ejemplo, cambio de celda). Por ejemplo, cuando existe una interferencia en curso en la frecuencia de servicio, la indicación puede ser enviada al UE siempre y cuando este tenga problema en el enlace descendente LTE (DL) o en la recepción ISM DL que no pueda resolverse por sí misma, y el eNB no haya tomado acción todavía con base en las Mediciones RRM. Los disparos de indicación, con base en los criterios predefinidos o configurados por el eNB, también se podrían basar en si existe una interferencia inaceptable en la frecuencia de servicio, o si existe una interferencia en curso o potencial en otras frecuencias que no están en servicio.

La capacidad de coordinación del dispositivo se requiere para soportar la solución 3GPP FDM. Desde la perspectiva de LTE, el transceptor LTE primero requiere saber (por ejemplo, por vía de un controlador interno) si otro transceptor o transceptores en el dispositivo están transmitiendo o recibiendo dentro de la misma latencia de tiempo limitada. Más específicamente, el transceptor LTE requiere saber la duración de tiempo cuando el transceptor LTE puede medir la

interferencia de coexistencia debido a la transmisión WiFi/BT, la duración de tiempo cuando el LTE puede recibir sin interferencia de coexistencia desde los transceptores WiFi/BT, con base en ese conocimiento, y el transceptor LTE puede medir la interferencia de coexistencia y evaluar qué frecuencias pueden o no estar seriamente interferidas (por ejemplo, Frecuencias no utilizables) para el LTE RX. El transceptor LTE entonces indicará las frecuencias no utilizables al eNB para disparar FDM. Desde la perspectiva WiFi/BT/ GNSS, el transceptor LTE también requiere saber si la transmisión LTE en la cual las frecuencias darían como resultado un desempeño inaceptable a otros receptores en el dispositivo WiFi/BT/GNSS. Una vez que el transceptor LTE determina que la interferencia de coexistencia significativa dispararía la solución FDM, el UE envía una indicación al eNB para solicitar cambio de celda desde la frecuencia de servicio corriente a otra frecuencia que está alejada de la señal WiFi/BT/GNSS.

La figura 8 ilustra un segundo ejemplo de una solución FDM para evitar la interferencia de coexistencia 3GPP. De manera similar a la Figura 7, la emisión fuera de banda (OOB) y la emisión espurea por el transceptor WiFi/BT es inaceptable para que el transceptor LTE de como resultado un filtro TX y un diseño de RF imperfectos. Como se ilustró en la figura 8, la solución FDM es mover la señal ISM (por ejemplo, la señal 81 WiFi/BT TX) alejada de la señal recibida LTE (por ejemplo, la señal 82 LTE RX). En un ejemplo, el transceptor WiFi puede recibir una instrucción para conmutar a un nuevo canal WiFi alejado de la banda LTE, o una recomendación sobre cual canal WiFi se puede utilizar. En otro ejemplo, el transceptor Bluetooth puede recibir una instrucción para ajustar su rango de salto de frecuencia.

La Figura 9 ilustra un ejemplo de una solución TDM para evitar la interferencia de coexistencia 3GPP. El principio básico de la solución TDM es reducir el traslapo de tiempo entre el WiFi/BT TX y el LTE RX para evitar la interferencia de coexistencia. En una solución TDM basada en DRX, un UE recomienda los parámetros de configuración de DRX a su eNB de servicio. De manera similar a la solución FDM, la capacidad de coordinación del dispositivo se requiere para soportar la solución TDM basada en 3GPP DRX. Por ejemplo, se utiliza una entidad de control para derivar la configuración DRX PRENDIDO/APAGADO recomendada para el eNB. La entidad de control recibe información de los transceptores WiFi/BT coubicados que incluyen el tipo de operación (por ejemplo, WiFi AP, BT maestro), estados de tráfico (por ejemplo, Tx o Rx) y características (por ejemplo, nivel de actividad, patrón de tráfico) y la demanda de prioridad, y determina la duración DRX PRENDIDO/APAGADO, recomendada, la proporción de DRX PRENDIDO/APAGADO, el ciclo de trabajo, y el tiempo de inicio.

En una solución TDM basada en reservación HARQ, un UE recomienda un mapa de bits o alguna información de asistencia para ayudar a su eNB a efectuar un control de programación de nivel de submarco para evitar interferencias. Varios métodos para programar las franjas de tiempo de transmisión y recepción para los transceptores de radio coubicados han sido propuestas. Por ejemplo, un dispositivo BT (por ejemplo, RF#1) primero sincroniza sus franjas de tiempo de comunicación con el módulo de radio celular coubicado (por ejemplo, RF#2), y luego obtiene el patrón de tráfico (por ejemplo, BT eSCO) del módulo de radio celular coubicado. Con base en el patrón de tráfico, el dispositivo BT desliza selectivamente una o más franjas de tiempo TX o RX para evitar la transmisión o recepción de datos en ciertas franjas de tiempo y reducir de esta manera la interferencia con el módulo de radio celular coubicado. Las franjas de tiempo omitidas son deshabilitadas para la operación TX o RX para evitar la interferencia y lograr más ahorro de potencia. Para detalles adicionales en coexistencia multirradio, ver: La solicitud de patente US Serie Número 12/925, 475, titulada "System and Methods for Enhancing Coexistence efficiency for multi-radio terminals," presentada en 22, 2010, por Ko et al.

Además de las soluciones TDM basadas en DRX y HARQ, la denegación autónoma del UE es otro tipo de solución TDM para evitar la interferencia. En una realización, el transceptor LTE detiene el UL TX para proteger el ISM o GNSS DL RX. Esto puede pasar de manera infrecuente y para eventos de corto plazo, de otra manera puede ser impactado el desempeño de conexión LTE. En otra realización, en el transceptor WiFi o BT detiene el UL TX para proteger el LTE DL RX. Esto puede ser necesario para proteger una importante señal LTE DL, tal como la radio mensajería. La solución de negación autónoma UE también requiere la capacidad de coordinación del dispositivo (por ejemplo, por vía de un controlador interno). El transceptor LTE requiere conocer la solicitud RX prioritaria desde el receptor WiFi BT/GNSS y cuándo termina el LTE UL TX. El transceptor LTE también requiere poder indicar su propia solicitud de prioridad RX al controlador interno para terminar el WiFi/BT UL TX. Además, tal conocimiento requiere ser indicado en manera de tiempo real o ser indicado en un patrón específico.

La figura 10 ilustra un primer ejemplo de una solución de control de potencia para evitar la interferencia de coexistencia 3GPP. Como se ilustró en la Figura 10, cuando la señal 107 de WiFi/BT ocurre en un canal de frecuencia cercano al de la señal 108 LTE RX, la potencia de transmisión ISM del transceptor WiFi/BT se reduce. Por ejemplo, con base en la calidad de señal recibida de LTE, un controlador interno puede enviar una instrucción al transceptor WiFi/BT para ajustar el nivel de potencia de transmisión.

La figura 11 ilustra un segundo ejemplo de una solución de control de potencia para evitar la interferencia de coexistencia 3GPP. De manera similar a la Figura 10, cuando ocurre la señal 111 LTE TX en un canal de frecuencia cercano a la señal 112 WiFi/BT RX, la potencia de transmisión del transceptor LTE se puede reducir. En los sistemas LTE, sin embargo, el mecanismo de control de potencia LTE legado puede no ser roto por la coexistencia. Por lo tanto, en lugar de reducir la potencia de LTE TX directamente, una solución más aceptable es ajustar el margen de altura de potencia. Por ejemplo, con base en la calidad de señal recibida WiFi/BT/GNSS, un controlador interno evalúa un nuevo

nivel de restricción de potencia de transmisión máxima. El nuevo nivel de restricción de potencia de transmisión máxima es entonces recomendado por el transceptor LT a su eNB.

Ya que la capacidad de coordinación del dispositivo se requiere para soportar varias soluciones para evitar la interferencia de coexistencia, esta es propuesta así de tal manera que la entidad de control central sea implementada en un dispositivo inalámbrico para coordinar los transceptores de radio coubicados. En referencia de nuevo a la figura 4 o la figura 5, la entidad de control central (por ejemplo, 44 en la figura 4 o 55 en la figura 5) se comunica con todos los transceptores de radio en el dispositivo coubicados y toma decisiones para evitar la interferencia de coexistencia. La entidad de control central detecta qué transceptores están conectados y luego posibilita la coordinación de interferencia de coexistencia correspondiente. Si un transceptor / receptor específico no está conectado con la entidad de control central, se asume como descoordinado donde la entidad de control central puede instruir otros transceptores para efectuar el evitar la interferencia pasiva (por ejemplo, BT para reducir el rango de salto).

La Figura 12 ilustra un procedimiento detallado para evitar interferencia de coexistencia utilizando una entidad de control central en el dispositivo en un sistema de comunicación inalámbrico. El sistema de comunicación inalámbrico comprende un UE que contiene una entidad de control central y varios transceptores de radio coubicados que incluyen los transceptores LTE, WiFi, BT y un receptor GNSS. Con el fin de facilitar varias soluciones para evitar la interferencia, la entidad de control central primero requiere recolectar información de los transceptores coubicados y de esta manera determinar y enviar información de control para coordinar los transceptores coubicados (fase 121). Por ejemplo, la entidad de control central recibe información de señal/tráfico/programación desde un primer transceptor (por ejemplo, LTE, en la etapa 151) y envía la información de control correspondiente a un segundo transceptor (por ejemplo, WiFi/BT/GNSS, en la etapa 152). De manera similar, la entidad de control central recibe información de señal/tráfico/programación del segundo transceptor (por ejemplo, WiFi/BT/GNSS, en la etapa 153) y envía la correspondiente información de control al primer transceptor (por ejemplo, LTE, en la etapa 154). Los transceptores entonces efectúan ciertas acciones con base en la información de control recibida para disparar la solución de control de potencia FDM/TDM.

Bajo la solución de FDM (fase 122), la entidad de control central recibe información de la señal de radio y determina la información de control para disparar la solución FDM. La información de la señal de radio relacionada con la solución FDM puede incluir las siguientes: estado de transmisión (por ejemplo, PRENDIDO o APAGADO, modo TX o modo RX), nivel de interferencia de coexistencia, calidad o fortaleza de la señal recibida (por ejemplo, nivel RSRP, RSRQ, CQI de LTE), frecuencia de servicio del LTE, información del canal de frecuencia WiFi, información del rango de salto de frecuencia BT, y frecuencia central de la señal GNSS. Con base en la información de la señal de radio, la entidad de control central determina si la interferencia de coexistencia medida debe disparar la solución de FDM (por ejemplo, en la etapa 161 para LTE y la etapa 162 para WiFi/BT/GNSS). Si la solución FDM tiene que ser disparada, entonces la entidad de control central envía la siguiente información de control: una instrucción para disparar el transceptor LTE para indicar al LTE eNB el problema de recepción del enlace descendente debido a la interferencia de coexistencia, una instrucción para disparar el transceptor LTE para enviar qué frecuencias pueden o no estar seriamente interferidas debido a la coexistencia (por ejemplo, frecuencias utilizables o no utilizables) al LTE eNB, una instrucción para disparar al transceptor LTE para enviar una indicación al LTE eNB para la operación de cambio de celda (por ejemplo, etapa 163), una instrucción al transceptor WiFi para conmutar a un nuevo canal WiFi, una recomendación al transceptor WiFi para utilizar un canal WiFi específico, y una instrucción al transceptor BT para ajustar el rango de salto de frecuencia BT (por ejemplo, etapa 164).

En los sistemas LTE, con el fin de mitigar la interferencia de coexistencia efectivamente, el transceptor LTE requiere saber cuándo medir la interferencia de coexistencia y cuándo reportar el problema de coexistencia al eNB. Un papel importante de la entidad de control central es recolectar información de si el transceptor WiFi/ BT está transmitiendo o recibiendo dentro de una latencia de tiempo limitada. La entidad de control determinará entonces la duración de tiempo donde el receptor LTE puede medir la interferencia de coexistencia, y la duración del tiempo donde el receptor LTE puede recibir sin interferencia de coexistencia. La condición de disparo para reportar los problemas de coexistencia y para aplicar la solución FDM se configura por la red. Adicionalmente, se debe notar que la decisión final de las soluciones de FDM, tal como la frecuencia de servicio después de cambio de celda, aunque disparada con base en la información de control, también se hace por el eNB (no el UE) en los sistemas LTE.

Bajo la solución TDM (fase 123), la entidad de control central recibe información de tráfico y programación y determina la información de control para disparar la solución TDM. La información de tráfico y programación relacionada con la solución TDM puede incluir las siguientes: estado de transmisión (por ejemplo, PRENDIDO o APAGADO, modo TX o modo RX), nivel de interferencia de coexistencia, calidad o fortaleza de la señal recibida (por ejemplo, nivel RSRP, RSRQ, CQI del LTE), solicitud TX o RX de prioridad (por ejemplo, señal importante TX o RX), modo de operación (por ejemplo, modo WiFi AP, modo WiFi STA, BT eSCO, BT A2DP, adquisición de señal satélite inicial, modo de seguimiento GNSS), información de tiempo de recepción de baliza WiFi, configuración LTE DRX, modo de conexión LTE (por ejemplo, RRC\_CONNECTED o RRC\_IDLE), modo Dúplex LTE (por ejemplo, TDD o FDD), configuración de agregación de portadora LTE (CA), BT maestra o esclava, información de patrón de tráfico (por ejemplo, periodicidad de BT, número de franja TX/RX requerida) y tipo de receptor GNSS (por ejemplo, GPS, GLONASS, Galileo, Beidou o receptor dual).

Con base en la información de tráfico y programación, la entidad de control central envía la instrucción a la entidad de control local en un transceptor LTE para disparar el TDM junto con parte de la siguiente información de control: duración de PRENDIDO/APAGADO o proporción e información de ciclo de trabajo para el transceptor LTE para recomendar la configuración DRX al LTE eNB (por ejemplo, etapa 171), un tiempo de inicio adecuado para disparar y evitar la interferencia LTE, un tiempo de partida adecuado para disparar y evitar la interferencia LTE, un tiempo de duración en que el transceptor LTE debe terminar la transmisión de la señal (por ejemplo, etapa 172), una instrucción para terminar la transmisión LTE UL dentro de cierta latencia de tiempo, una instrucción para terminar la transmisión WiFi/BT durante una duración de tiempo específica (por ejemplo, etapa 173), una información de la duración de tiempo específica cuando el WiFi/BT/GNSS puede recibir señal sin la interferencia de coexistencia LTE, una instrucción para terminar la transmisión WiFi/BT dentro de cierta latencia de tiempo, una instrucción para reasumir la transmisión de WiFi/BT, o una instrucción para negociar con el WiFi WiFi AP remoto sobre la transmisión de datos y/o el tiempo de recepción por el protocolo de ahorro de potencia (por ejemplo, etapa 174), una instrucción para conmutar el patrón de coexistencia BT TX/RX PRENDIDO/APAGADO, y la información de la duración de tiempo específica en que la recepción de señal GNSS puede sufrir interferencia de coexistencia del LTE.

Bajo la solución de control de potencia (fase 124), la entidad de control central recibe la señal de radio y la información de potencia y determina la información de control para disparar la solución de control de potencia. La señal de radio y la información de potencia para la solución de control de potencia incluyen principalmente la calidad de la señal recibida medida por el LTE/WiFi/BT/GNSS, la información de potencia de transmisión del WiFi/BT y el nivel de potencia de transmisión máxima corriente del LTE. Para el control de potencia LTE, la entidad de control central puede basarse en la calidad de la señal recibida de WiFi/BT/GNSS para estimar de cuánta interferencia adicional se podría sufrir. La entidad de control central puede además basarse en el nivel de potencia de transmisión LTE de máxima corriente para estimar el nivel de potencia de transmisión LTE máxima que se pueda lograr mediante el WiFi/BT/GNSS para lograr la calidad de señal recibida mínima (etapa 181). De otro lado, para el control de potencia WiFi/BT, la entidad de control central puede simplemente instruir el transceptor WiFi/BT para ajustar el nivel de potencia de transmisión si la calidad de la señal recibida para la señal LTE es pobre (etapa 182).

Se debe notar que la información listada para FDM, TDM y las soluciones de control de potencia son de ejemplo y no mutuamente excluyentes. En su lugar, se puede aplicar información adicional a cualquiera otra de las soluciones, y la misma información se puede aplicar en múltiples soluciones. Por ejemplo, la información del tipo de operación o la información de patrón de tráfico, aunque son principalmente utilizados para la solución TDM, también pueden ser utilizadas para la solución FDM para determinar si disparar un procedimiento de cambio de celda posible. Adicionalmente, se pueden aplicar diferentes soluciones junto con una mejor mitigación de la interferencia de coexistencia.

Se debe notar además, que aunque el objetivo de las soluciones ilustradas anteriormente es evitar y reducir la interferencia de coexistencia, la interferencia de coexistencia no siempre se puede evitar o reducir después de aplicar las varias soluciones de control FDM/TDM/ Potencia. Por ejemplo, en algún área geográfica, la red LTE es solo desplegada en una frecuencia pobre y un dispositivo LTE siempre será cambiado de celda a la frecuencia con peor interferencia de coexistencia una vez que este se mueva hacia esa área geográfica.

La Figura 13 es un diagrama de flujo de un método para evitar interferencia de coexistencia utilizando la solución de FDM. El dispositivo inalámbrico comprende múltiples transceptores de radio y una entidad de control central. La entidad de control central recibe una primera información de señal de radio desde una primera entidad de control que pertenece a un primer transceptor LTE (etapa 131). La entidad de control central también recibe una segunda información de señal de radio desde una segunda entidad de control que pertenece a un segundo transceptor de radio ubicado con el primer transceptor (etapa 132) LTE. Con base en la primera y segunda información de señal de radio, la entidad de control central determina la información de control, y transmite la información de control a la primera y a la segunda entidades (etapa 133) de control. Al menos en parte con base en la información de control, el primero y segundo transceptores operan en los canales de frecuencia designados y de esta manera mitigan la interferencia de coexistencia.

La figura 14 es un diagrama de flujo de un método para evitar la interferencia de coexistencia utilizando la solución TDM. Un dispositivo inalámbrico comprende múltiples transceptores de radio y una entidad de control central. La entidad de control central recibe una primera información de tráfico y programación desde una primera entidad de control que pertenece al primer transceptor LTE (etapa 141). La entidad de control central también recibe una segunda información de tráfico y la información de la segunda entidad de control que pertenece al segundo transceptor de radio ubicado con el primer transceptor LTE (etapa 142). Con base en la primera y segunda información de tráfico y programación, la entidad de control central determina la información de control, y transmite la información de control a la primera y segunda entidades de control (etapa 143). Al menos en parte, con base en la información de control, el primer y segundo transceptores son programados para transmitir y recibir señales de radio de una duración de tiempo específica y de esta manera mitigar la interferencia de coexistencia.

Solución Híbrida FDM/TDM

El nivel real de interferencia de coexistencia de un transceptor de radio a otro transceptor de radio coubicado se puede medir en los dispositivos de radio reales. La Figura 15 ilustra los resultados de las mediciones de interferencia de coexistencia WiFi a LTE y la correspondiente generación del ruido con diferente filtro. Tres modos WiFi son utilizados para la medición. El primer modo es el WiFi 802.11b con una velocidad de datos de 1M y 23dBm de Pout. El segundo modo es WiFi 802.11g con una velocidad de datos de 54M y 20dBm de Pout, y el tercer modo es WiFi 802.1 con una velocidad de datos de 65M y 18dBm de Pout. Como se ilustró en la Tabla 1501, la densidad de potencia de transmisión en un canal # 1 WiFi (2412MHz) es -47,68dBm/Hz, -51,5dBm/Hz, y -54dBm/Hz, respectivamente para las señales de radio de los tres modos WiFi. La densidad de potencia de recibo en la Banda 40 LTE (2370MHz) es -107.6dBm/Hz, -107.5dBm/Hz, y -110.7dBm/Hz, respectivamente, para las señales de radio de los tres modos WiFi.

Al utilizar un filtro de paso de banda adicional (BPF) y aislamiento de antena, es posible lograr alguna mejora de desempeño adicional. Diferentes WiFi BFP y aislamiento de antena conllevan diferentes mejoras de desempeño para el TD-LTE en la banda 40. En el caso ideal, el desempeño de BFP lográble para el WiFi es de 45dB, y el aislamiento de la antena puede lograr 20dB. En un caso normal, el desempeño BFP lográble para WiFi es de 40dB, y el aislamiento de la antena puede lograr 15dB. En el peor de los casos, el desempeño BFP lográble de WiFi es de 35dB, y el aislamiento de la antena puede lograr 10dB.

Como se ilustró en la Tabla 1502, en un caso ideal, la generación del ruido debido a la interferencia de coexistencia WiFi es de 1,4 dB para 802.11b, de 1.5 dB para 802.11g y de -1.7dB para 802.1 y In. En un caso normal, la generación del ruido debido a la interferencia de coexistencia WiFi es de 11.4dB para 802.11b, 11.5dB para 802.11g y 8.3dB para 802.1 In. En el peor de los casos, en un ejemplo específico, la reducción de la pérdida de trayecto disponible para el canal de control es de 16.79dB para 802.11b, 16.89dB para 802.11g y 13.78dB para 802.11n, y la reducción del cubrimiento del canal de control debido a la interferencia de coexistencia es de 1.4km→0.5km (87% de pérdida de cubrimiento) para 802.11b, 1.4km→0.5km (87% de pérdida de cubrimiento) para 802.11b, y 1.4km→0.6km (81% de pérdida de cubrimiento) para 802.1 In. Por lo tanto, el filtro parece no poder resolver completamente el problema de coexistencia WiFi. Aunque el filtro ideal y el aislamiento de la antena pueden conducir a un desempeño aceptable, el filtro normal (o peor) y el aislamiento de antena dará como resultado un desempeño inaceptable. Además, es riesgoso unir el desempeño del TD-LTE con el filtro específico y solo confiar en la solución del filtro. Muy pocos vendedores de filtro pueden suministrar el filtro ideal anteriormente mencionado, y el aislamiento de la antena es duro de ser garantizado.

Aunque la solución basada en FDM parece promisoria, la presunción sobre la factibilidad y efectividad de la solución FDM se basa en la reducción significativa de la interferencia IDC cuando es aumentada la separación de frecuencia entre la frecuencia de servicio y la frecuencia objetivo. Sin embargo, esto puede no ser cierto porque el nivel de reducción no puede ser suficiente para mitigar la interferencia IDC a un nivel aceptable. Adicionalmente, el problema de interferencia de coexistencia WiFi existe en toda la banda 40 para el TD-LTE. De hecho, existe solo una diferencia de 2,6dB entre 2320MHz y 2370MHz con base en los resultados de la medición. Por lo tanto, la solución basada en FDM puede no siempre trabajar, y la interferencia de coexistencia puede permanecer alta, aun moviendo las señales LTE alejándolas de la banda ISM.

En un aspecto novedoso, una red inalámbrica aplica una solución basada en FDM/TDM híbrida para mitigar el problema de la interferencia de coexistencia. Primero, la red evalúa si la solución FDM es factible y suficiente para resolver el problema de interferencia de coexistencia. Si es así, entonces la red instruye el UE de cambio de celda a otra frecuencia alejada de la banda ISM. Si no, entonces la red trata de activar la solución TDM. Además, después de activar la solución FDM, la red evalúa si el problema de interferencia de coexistencia ha sido suficientemente resuelto. Si no, entonces la red trata de activar la solución TDM.

La figura 16 es un diagrama de bloque simplificado de un equipo de usuario UE 1601 y una estación base eNB 1611 en un sistema 1600 de comunicación inalámbrico de acuerdo con un aspecto novedoso. El UE 1601 comprende un transceptor 1602 LTE/LTE-A, un transceptor 1603 WiFi coubicado y un módulo 1604 de detección de interferencia IDC. De manera similar, el eNB 1611 comprende la memoria 1612, un procesador 1613, un transceptor 1614 LTE/LTE-A y un módulo 1615 de control de interferencia IDC. En un aspecto novedoso, el UE 1601 detecta la interferencia de IDC entre el LTE y los radios WiFi, y transmite un indicador 1621 de interferencia IDC al eNB 1611. El UE 1601 también transmite información IDC adicional que incluye las configuraciones FDM y TDM recomendadas al eNB1611. Por ejemplo, la configuración FDM recomendada es una frecuencia no usable con base en los resultados de medición LTE, y la configuración de TDM recomendada se ajusta a los parámetros DRX con base en la información de tráfico/programación WiFi. Con base en el indicador de interferencia IDC recibido y la información IDC, el eNB 1611 evalúa la factibilidad y efectividad de cualquier solución basada en FDM y/o basada en TDM para mitigar la interferencia de IDC. Después de la evaluación, el eNB 1611 envía mensajes/configuraciones 1622 al UE 1601 para la solución FDM/TDM determinada.

La figura 17 ilustra una comunicación y proceso de intercambio de mensajes entre el UE 1701 y el eNB 1702 para aplicar soluciones para evitar la interferencia de coexistencia FDM/TDM híbrida. En la etapa 1710, el UE 1701 primero efectúa una medición de la señal de radio de la celda de servicio. El UE 1701 también efectúa la medición de señal de radio de las celdas vecinas en frecuencias diferentes de la frecuencia de la celda de servicio. El UE 1701 deriva

los resultados de medición IDC de acuerdo con esto. Los resultados de medición IDC pueden incluir un indicador de fortaleza de señal recibida (RSSI) (potencia recibida de señal de referencia (RSRP)), una proporción de señal a interferencia y ruido (SINR) (calidad recibida de señal de referencia (RSRQ)), indicador de calidad del canal (CQI) proporción de error de bloque (BLER), o los resultados de rendimiento. En la etapa 1720, el UE 1701 detecta si existe un problema de interferencia IDC entre los módulos de radio coubicados basados en los resultados de medición IDC. La detección se puede hacer al comparar el nivel de interferencia recibido (o el nivel de potencia de recibida total) con o sin la transmisión de fuente de interferencia de coexistencia. Nótese que los resultados de la medición de IDC pueden no ser iguales comparados con la definición RSRP/RSRQ tradicional. En su lugar, los resultados de la medición IDC se derivan con base en la información de tráfico/tiempo de los radios coubicados. Para detalles adicionales en la determinación de los resultados de la medición IDC y detectar el problema de interferencia IDC, por favor ver: Solicitud de patente de U.S Serie Número 13/136,862 titulada "Method to Trigger In-device Coexistence Interference Mitigation in Mobile Cellular Systems", presentada en agosto 11, 2011, por I-Kang Fu et al. (cuya materia objeto se incorpora aquí como referencia)

Una vez que el UE 1701 detecta un problema de interferencia IDC, el UE 1701 indica el problema de interferencia de coexistencia al enviar un indicador de interferencia IDC al eNB 1702 (etapa 1730). Nótese que el indicador de interferencia mismo solo indica el problema (por ejemplo, neutral), sin disparar ninguna solución específica, o suministrando cualquier recomendación específica sobre la cual se aplica la solución. Sin embargo, el UE 1701 puede enviar información IDC adicional que acompaña el indicador para ayudar al eNB 1702 a evaluar cual solución es más aplicable. La información IDC puede incluir la recomendación de la configuración FDM y TDM con base en los resultados de medición obtenidos en la etapa 1710, y la información de tráfico y programación de un módulo de radio coubicado (por ejemplo, obtenido de una entidad de control central).

Después de que el eNB 1702 recibe el indicador de interferencia IDC, este comienza a evaluar posibles soluciones basadas en FDM para mitigar la interferencia (etapa 1740). Primero, el eNB 1702 evalúa si cualquier solución FDM es factible. Por ejemplo, el eNB 1702 evalúa si es factible el cambio de celda UE 1701 a otra celda localizada en diferentes frecuencias que la frecuencia de la celda de servicio original. Luego, el eNB 1702 evalúa si el problema de interferencia de coexistencia puede ser resuelto efectivamente mediante el cambio de celda UE1701 a otra frecuencia. La evaluación se puede hacer al comparar los resultados de medición RSSI (RSRP) o SINR (RSRQ) sobre la celda de servicio original y las celdas vecinas en diferentes frecuencias. En un primer ejemplo, si el resultado de la medición en una celda objetivo es inferior que el de la celda de servicio, esto implica que la efectividad de la solución FDM también puede ser inferior. En un segundo ejemplo, si el resultado de la medición RSSI (RSRP) en otra celda sobre diferente frecuencia es mayor que aquella en la celda original, entonces el eNB puede esperar que la solución FDM sea suficiente. En un tercer ejemplo, si la medición SINR (RSRQ) da como resultado en otra celda sobre diferente frecuencia es mucho mayor que aquella de la celda original, entonces el eNB puede esperar que la solución FDM sea suficiente.

Si el eNB 1702 encuentra una celda adecuada para el UE 1701 para cambio de celda con base en la evaluación, entonces el eNB 1702 dispara la solución FDM al iniciar un procedimiento de cambio de celda (etapa 1750). De otro lado, el eNB 1702 puede no disparar ninguna solución FDM con base en la evaluación. Por ejemplo, el eNB 1702 puede no encontrar ninguna celda adecuada para cambio de celda. En otro ejemplo, si la carga de la celda asociada con la frecuencia objetivo es mayor que cierto umbral, entonces el eNB 1702 puede no disparar la solución FDM. Aun en otro ejemplo, si la evaluación da como resultado mostrar que la interferencia de coexistencia no puede ser suficientemente resuelta por vía de cambio de celda a otra frecuencia, el eNB 1702 puede no disparar la solución FDM.

En la etapa 1760, el eNB 1702 evalúa adicionalmente posibles soluciones basadas en TDM para mitigar la interferencia de coexistencia (etapa 1760). La evaluación se puede basar en el tráfico ISM coubicado y la información de programación enviada desde el UE 1701 junto con el indicador de interferencia. Por ejemplo, si el tráfico ISM tiene cierta periodicidad, entonces el eNB 1702 puede configurar el UE 1701 con la correspondiente configuración DRX para reducir la interferencia (etapa 1770). Nótese que la etapa 1760 se efectúa sin importar si la solución FDM ya ha sido aplicada o no. Aún si el UE 1701 ya ha cambiado de celda a otra frecuencia, el eNB 1702 continúa evaluando si el problema de la interferencia de coexistencia ha sido suficientemente resuelto y si la solución TDM requiere ser adicionalmente activada. Adicionalmente, se debe notar que el orden de las etapas 1740 y 1760 es intercambiable. Esto es, el eNB 1702 primero puede evaluar y aplicar la solución basada en TDM y antes evaluar y aplicar la solución basada en FDM.

La Figura 18 es un diagrama de flujo de un método de solución FDM/TDM híbrido para evitar la interferencia de IDC desde la perspectiva UE. En la etapa 1801, el UE detecta el problema de interferencia de coexistencia entre el primer transceptor de radio y el segundo transceptor de radio coubicado. En la etapa 1802, el UE transmite un indicador de interferencia IDC a una estación base. En la etapa 1803, el UE también reporta información IDC a la estación base. La información IDC comprende recomendaciones para las configuraciones FDM y TDM con base en el resultado de la medición y la información de tráfico/programación del segundo transceptor de radio.

5 La Figura 19 es un diagrama de flujo de un método de solución FDM/TDM híbrido para evitar la interferencia de IDC desde la perspectiva de eNB. En la etapa 1901, un eNB recibe un indicador de interferencia IDC desde el UE en un sistema inalámbrico. En la etapa 1902, el eNB también recibe información IDC desde el UE. La información IDC comprende recomendaciones para las configuraciones FDM y TDM con base en el resultado de medición y la información de tráfico/programación. En la etapa 1903, el eNB determina si disparar la solución FDM para mitigar el problema de interferencia IDC. En la etapa 1904, el eNB determina si disparar la solución TDM mitiga el problema de interferencia IDC.

10 Aunque la presente invención se ha descrito en relación con ciertas realizaciones específicas con propósitos de instrucción, la presente invención no está limitada a esto. Por ejemplo, aunque un sistema de comunicación móvil avanzado LTE se ejemplifica para describir la presente invención, la presente invención puede similarmente aplicar a otros sistemas de comunicación móvil, tales como los sistemas de acceso múltiple por división de código sincrónico por división de tiempo (TD-SCDMA). De acuerdo con esto, varias modificaciones, adaptaciones y combinaciones de varias características de las realizaciones descritas se pueden practicar sin apartarse del alcance de la invención como se establece en las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método, que comprende:

detectar (1801) en un problema de interferencia IDC de coexistencia en el dispositivo entre el primer transceptor (1602) de radio y el segundo transceptor (1603) de radio ubicado en una plataforma (1601) de dispositivo y

5 transmitir (1802) un indicador de interferencia IDC (1621) desde el primer transceptor (1602) de radio a una estación (1611) base en un sistema (30; 1600 inalámbrico),

caracterizado porque el método comprende, además

10 reportar (1803) información (1621) IDC a la estación (1611) base, en donde la información (1621) IDC comprende tanto recomendación para configuraciones de multiplexado por división de frecuencia, FDM, como el multiplexado por división de tiempo, TDM,

en donde la recomendación para la configuración FDM comprende información de frecuencia que indica una frecuencia no utilizable basada en resultados de medición LTE, y

en donde la recomendación para la configuración TDM comprende parámetros para la recepción discontinua, DRX, operación basada en tráfico WiFi e información de programación.

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

determinar la recomendación para las configuraciones FDM al medir una calidad de señal de referencia y determinar la recomendación para las configuraciones TDM basadas en la información de tráfico y programación del segundo transceptor (1603) de radio.

20 3. El método de la reivindicación 2, en donde la recomendación para las configuraciones FDM se determinan con base en una calidad recibida de la señal de referencia RSRQ, de una celda de servicio; o

en donde la recomendación para la configuración FDM se determina con base en la calidad recibida de la señal de referencia, RSRQ, de una celda vecina en una frecuencia diferente de la frecuencia de servicio.

4. El método de la reivindicación 2, en donde el problema de interferencia IDC se detecta con base en el resultado de la medición.

25 5. Un método, que comprende:

recibir (1901) un indicador (1621) de interferencia de coexistencia en el dispositivo IDC, de un equipo (1601) de usuario mediante una estación (1611) base en un sistema (1600) inalámbrico,

caracterizado porque el método comprende además:

30 recibir (1902) información (1621) IDC del equipo (1601) de usuario, en donde la información (1621) IDC comprende tanto recomendación para configuraciones de multiplexado por división de frecuencia FDM, como multiplexado por división de tiempo, TDM;

determinar (1903) si disparar una solución FDM para mitigar la interferencia IDC basado en la información IDC,

en donde la recomendación para la configuración FDM comprende información de frecuencia que indica una frecuencia no utilizable con base en los resultados de medición LTE; y

35 determinar (1904) si disparar una solución TDM para mitigar la interferencia IDC con base en la información IDC,

en donde la recomendación para la configuración TDM comprende parámetros para la recepción discontinua, DRX, operación basada en la información de tráfico WiFi y programación.

40 6. El método de la reivindicación 5, en donde la solución FDM involucra cambiar de celda al equipo (1601) de usuario desde una celda de servicio a una celda objetivo localizada en una frecuencia diferente con base en la recomendación para las configuraciones FDM.

7. El método de la reivindicación 6, en donde la recomendación para las configuraciones FDM se determina con base en la calidad recibida de la señal de referencia, RSRQ, de la celda de servicio; o
- en donde la recomendación para las configuraciones FDM se determina con base en la calidad recibida de la señal de referencia, RSRQ, de la celda objetivo en la frecuencia diferente
- 5 8. El método de la reivindicación 5, en donde la solución TDM involucra programar el equipo (1601) de usuario para transmitir y recibir señales de radio durante una duración de tiempo específico con base en la información de tráfico y programación.
9. El método de la reivindicación 5, en donde la estación (1611) dispara la solución FDM si la estación (1611) base determina que la solución FDM es aplicable si existe una reducción significativa de la interferencia IDC.
- 10 10. El método de la reivindicación 5, en donde la estación (1611) base determina además si disparar la solución TDM después de disparar la solución FDM.
11. El método de la reivindicación 5, en donde la estación (1611) base dispara tanto la solución FDM como la solución TDM.
12. Una estación (1611) base, que comprende:
- 15 un receptor (1614) adaptado para recibir una coexistencia en el dispositivo, IDC, el indicador (1621) de interferencia desde un equipo (1601) de usuario en un sistema (1600) inalámbrico,
- caracterizado porque
- el receptor (1614) también está adaptado para recibir información (1621) IDC desde el equipo (1601) de usuario
- en donde la información (1621) IDC comprende tanto recomendación para las configuraciones de multiplexado por división de frecuencia FDM, como multiplexado por división de tiempo, TDM; y
- 20 en donde la recomendación para la configuración FDM comprende información de frecuencia que indica una frecuencia no utilizable con base en los resultados de medición LTE, y
- en donde la recomendación para la configuración TDM comprende parámetros para la recepción discontinua, DRX, operación basada en el tráfico WiFi y la información de programación; y
- 25 un módulo (1615) de control IDC adaptado para determinar si disparar una solución FDM para mitigar la interferencia IDC con base en la información IDC,
- en donde el módulo (1615) de control también se adapta para determinar si disparar una solución TDM para mitigar la interferencia IDC con base en la información IDC
- 30 13. La estación (1611) base de la reivindicación 12, en donde para la solución FDM, el módulo (1615) de control IDC está además adaptado para cambiar de celda el equipo (1601) de usuario desde una celda de servicio a una celda de servicio a una celda objetivo localizada en una frecuencia diferente con base a la recomendación para las configuraciones FDM.
14. La estación (1611) base de la reivindicación 13, en donde la recomendación para las configuraciones FDM se determina con base en la señal de referencia en la calidad recibida de la señal de referencia, RSRQ de la celda de servicio; o
- 35 en donde la recomendación para la configuración FDM se determina con base en la calidad recibida de la señal de referencia, RSRQ, de la celda objetivo en la frecuencia diferente.
15. La estación (1611) base de la reivindicación 12, en donde, para la solución TDM, el módulo (1615) de control IDC se adapta además para programar el equipo (1601) de usuario para transmitir y recibir señales de radio durante una duración específica de tiempo con base en la información de tráfico y programación.
- 40 16. La estación (1611) base de la reivindicación 12, en donde la estación (1611) base se adapta para disparar la solución FDM si la estación (1611) base determina que la solución FDM es aplicable si existe una reducción significativa de la interferencia IDC.

17. La estación (1611) base de la reivindicación 12, en donde la estación (1611) base está además adaptada para determinar si disparar la solución TDM después de disparar la solución FDM.

18. La estación (1611) base de la reivindicación 12, en donde la estación (1611) base se adapta para disparar tanto la solución FDM como la solución TDM.

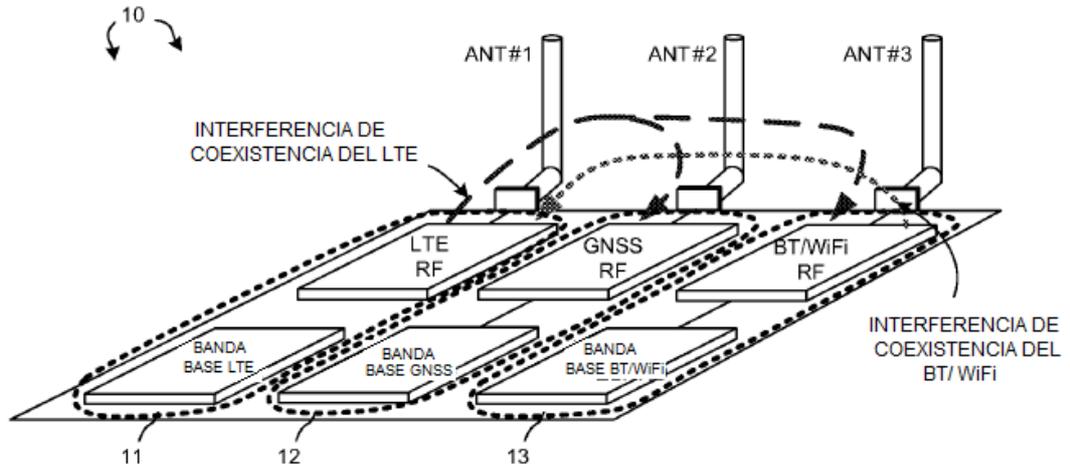


FIG. 1

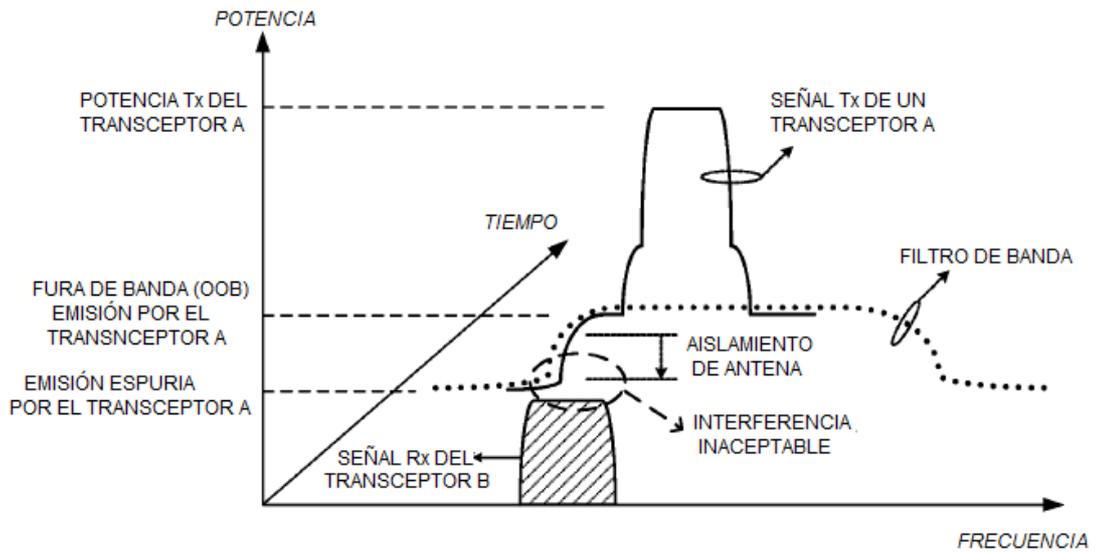


FIG. 2

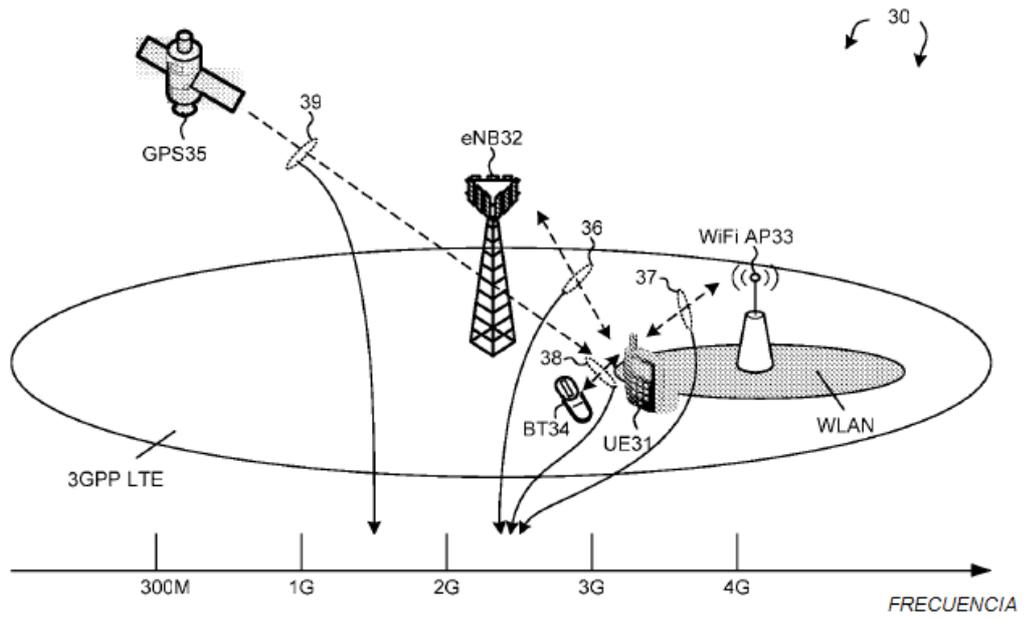


FIG. 3

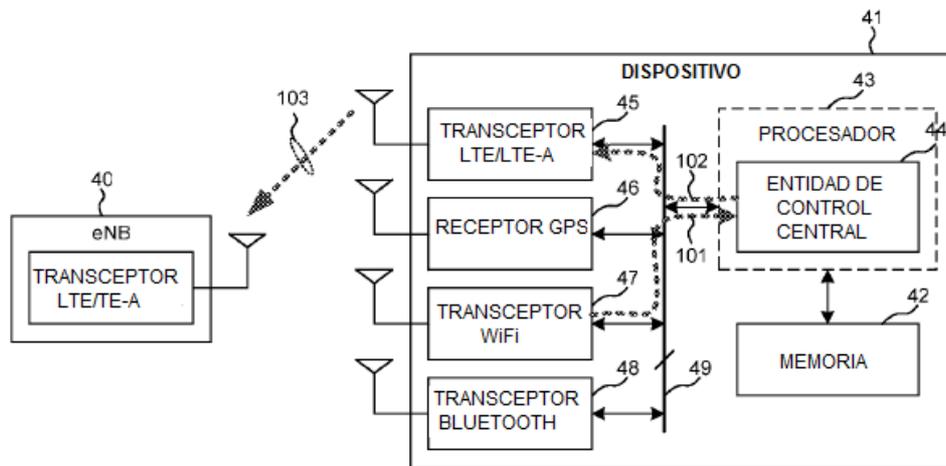


FIG. 4

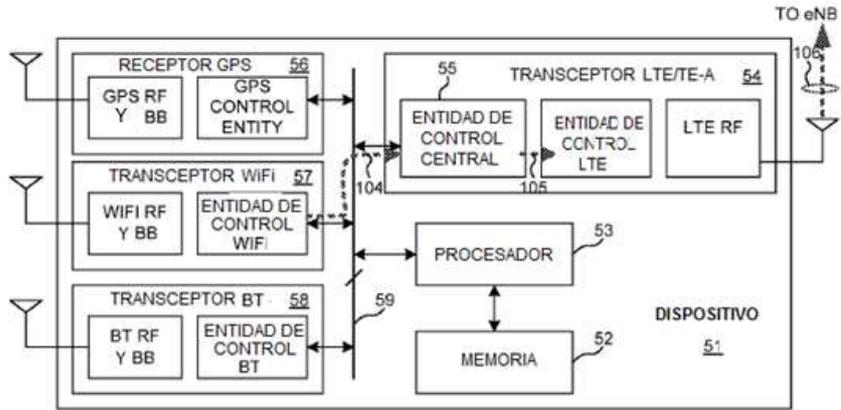


FIG. 5

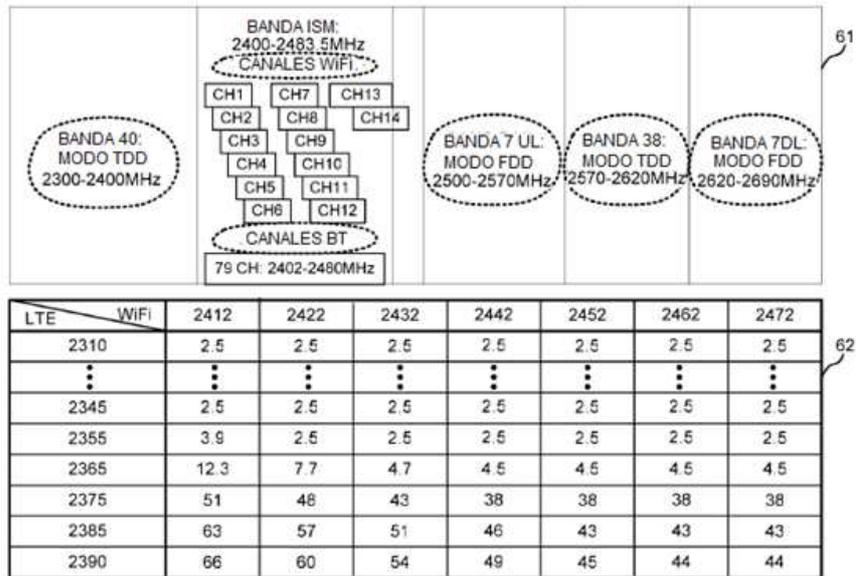


FIG. 6

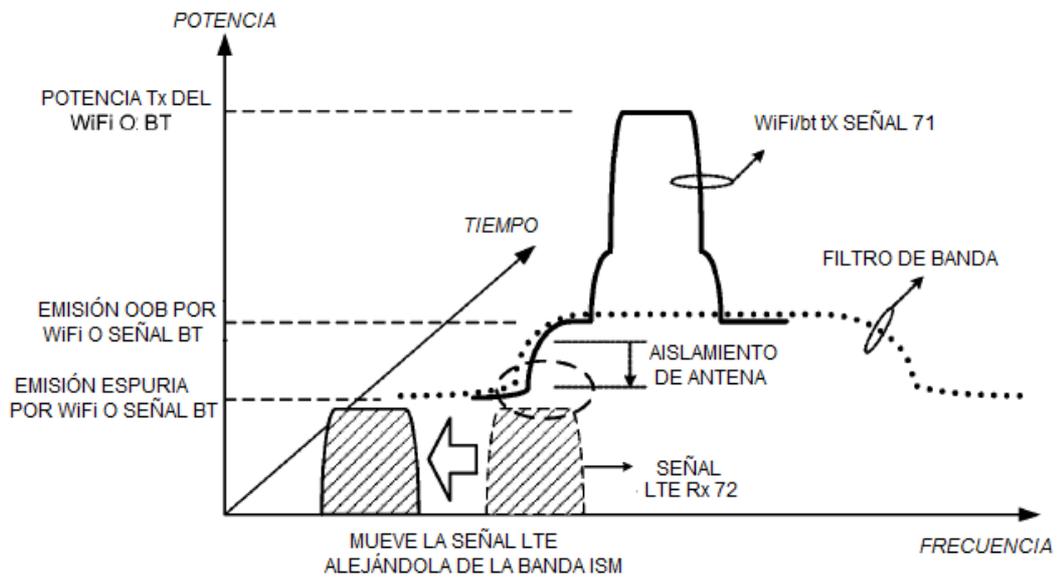


FIG. 7

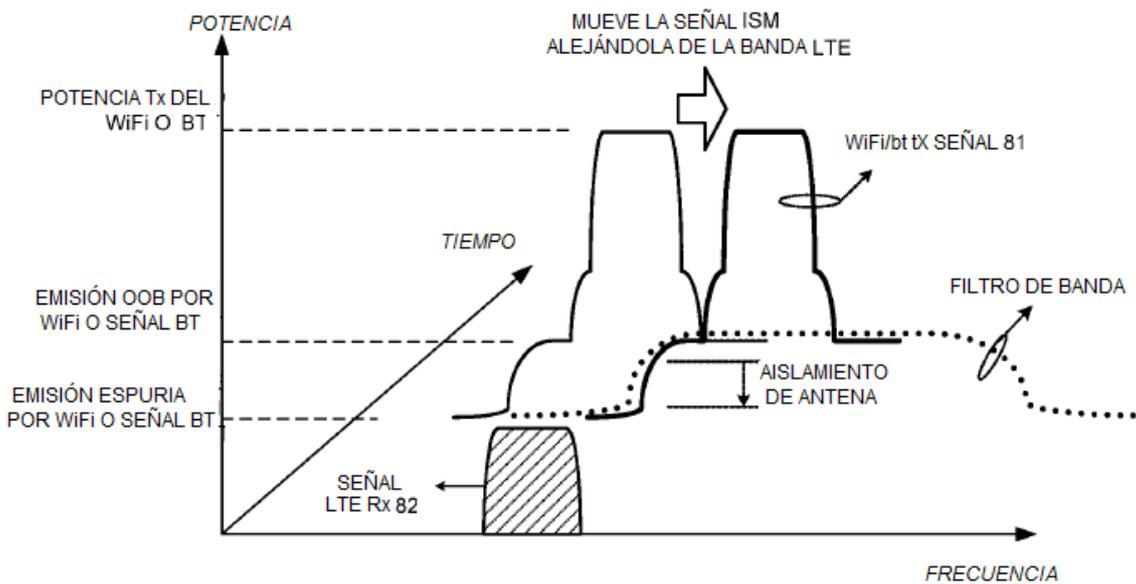


FIG. 8

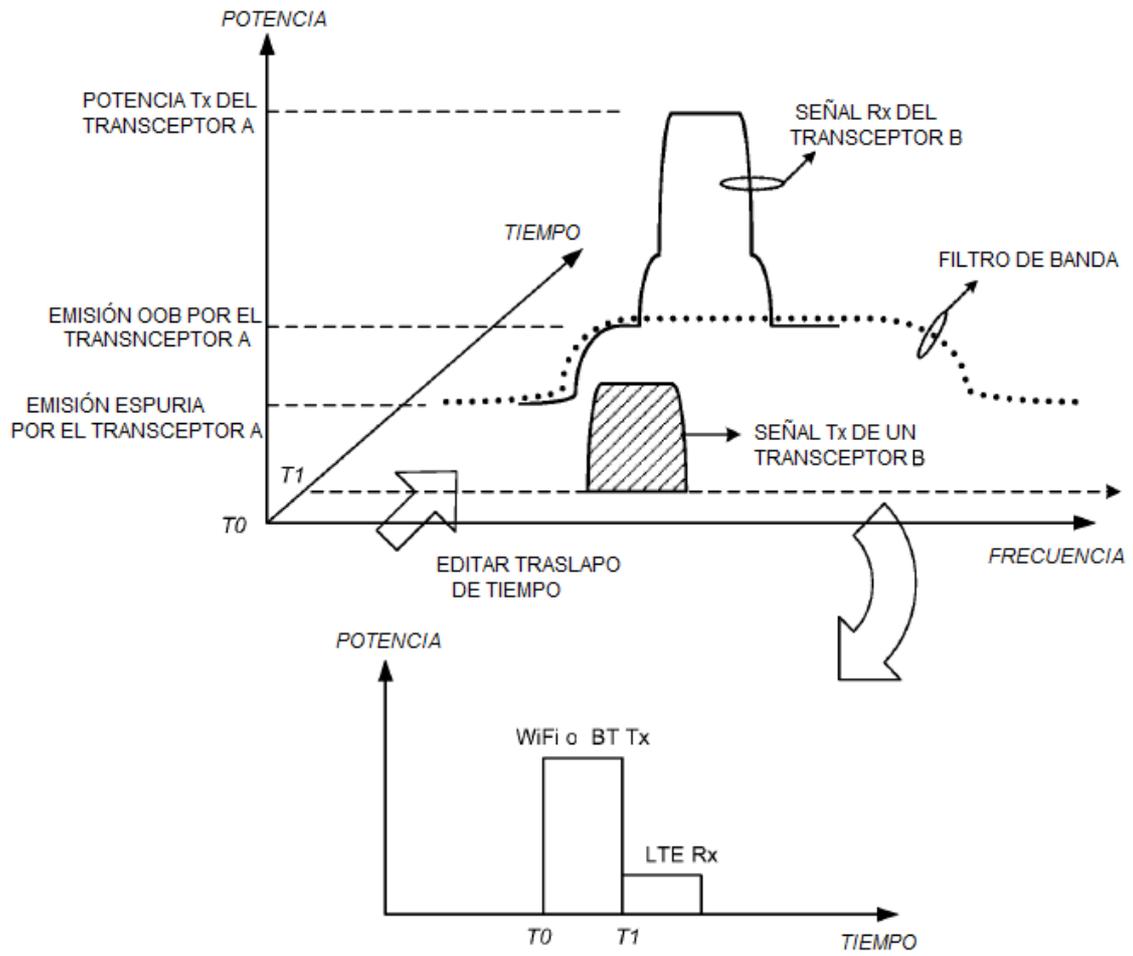


FIG. 9

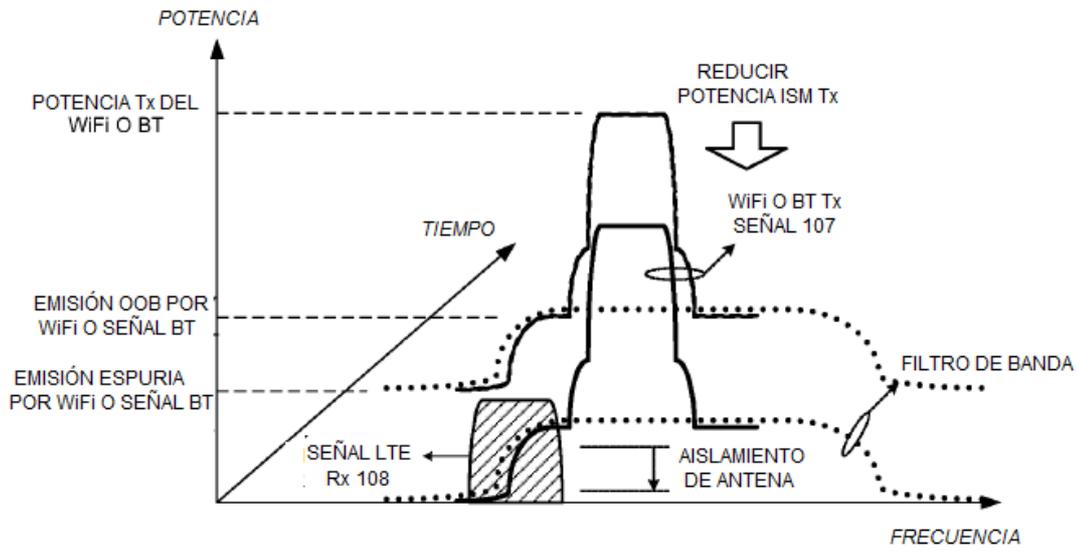


FIG. 10

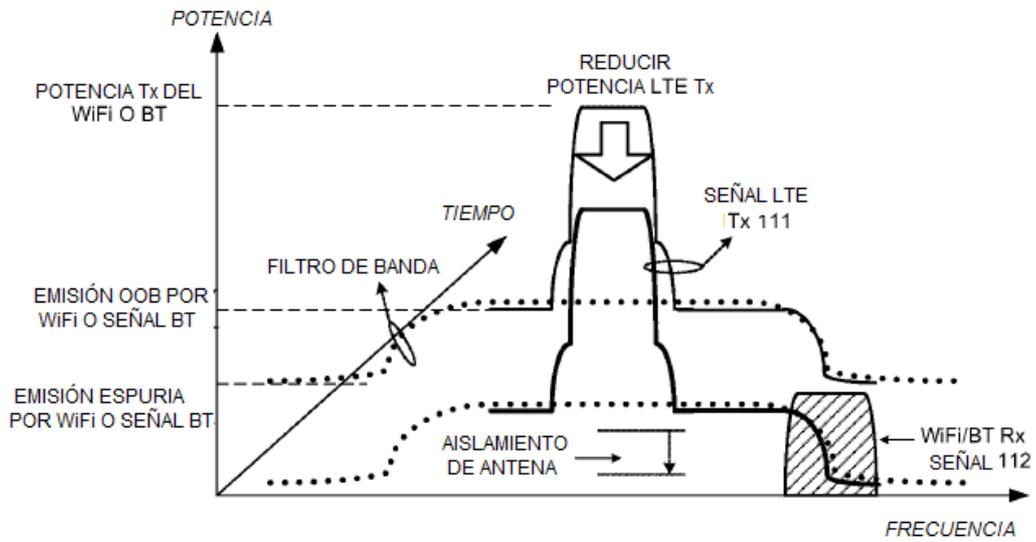


FIG. 11

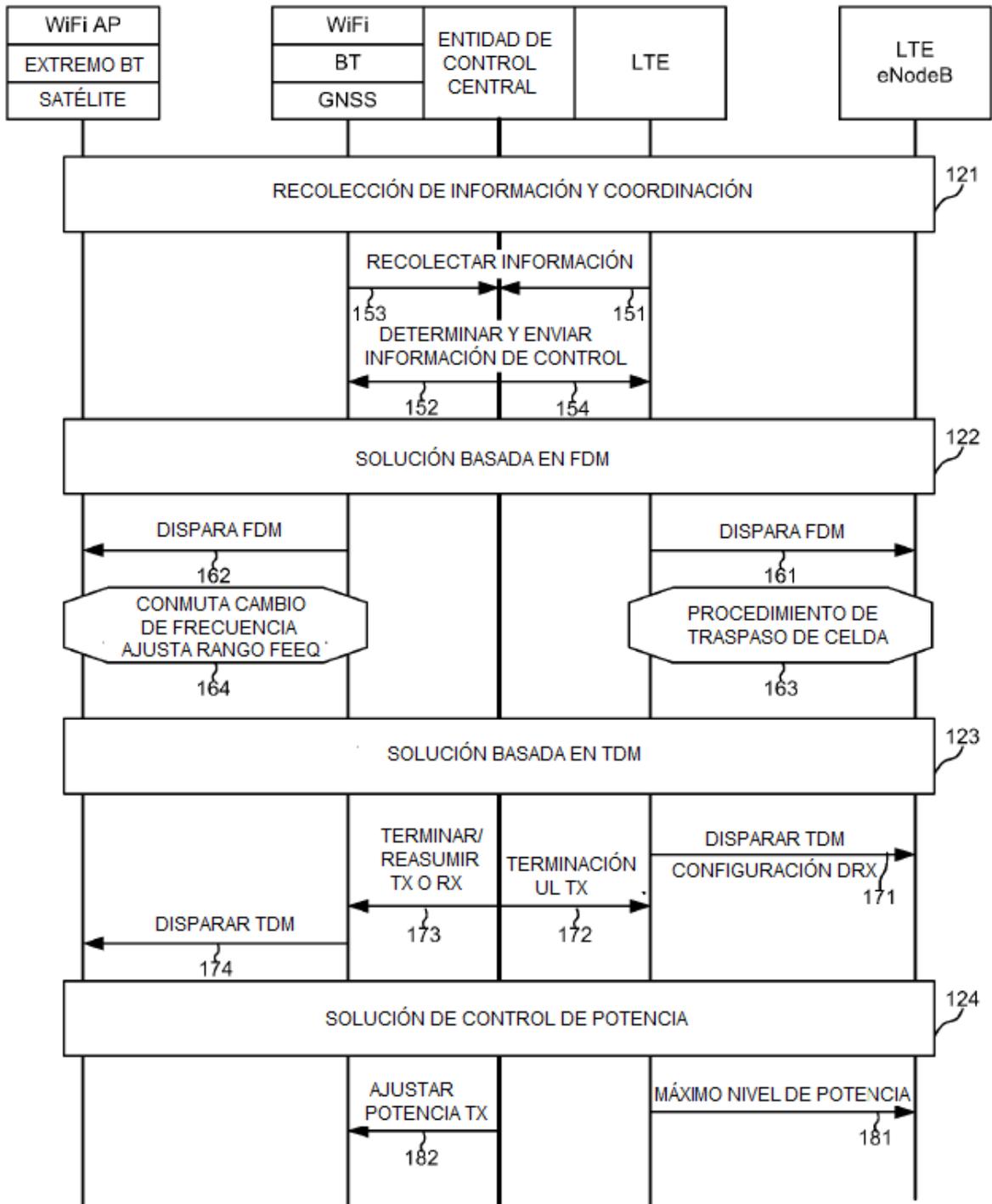


FIG. 12

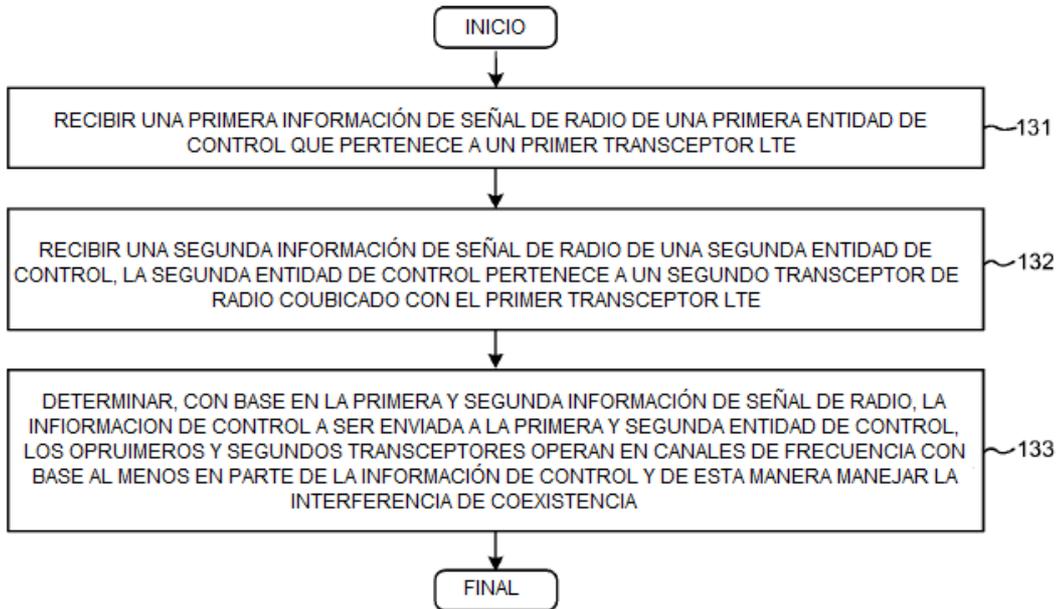


FIG. 13

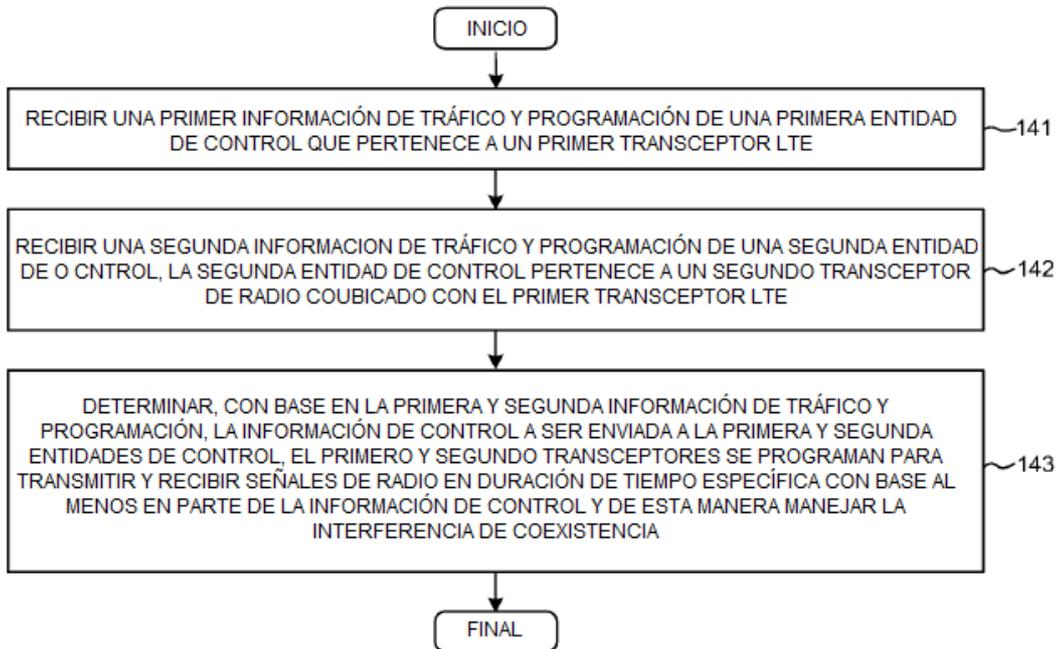


FIG. 14

Modo WiFi	Velocidad de Datos	Salida Pout@PA	Densidad de Potencia Tx en 2412MHz	Densidad de Potencia Rx en 2370MHz
802.11b	1M	23dBm	-47.6dBm/Hz	-107.6dBm/Hz
802.11g	54M	20dBm	-51.5dBm/Hz	-107.5dBm/Hz
802.11n	65M	18dBm	-54dBm/Hz	-110.7dBm/Hz

Modo WiFi	CASO IDEAL	CASO NORMAL	PEOR CASO
802.11b	1.4dB	11.4dB	16.79dB → 87% pérdida de recubrimiento
802.11g	1.5dB	11.5dB	16.89dB → 87% pérdida de recubrimiento
802.11n	-1.7dB	8.3dB	13.78dB → 81% pérdida de recubrimiento

FIG. 15

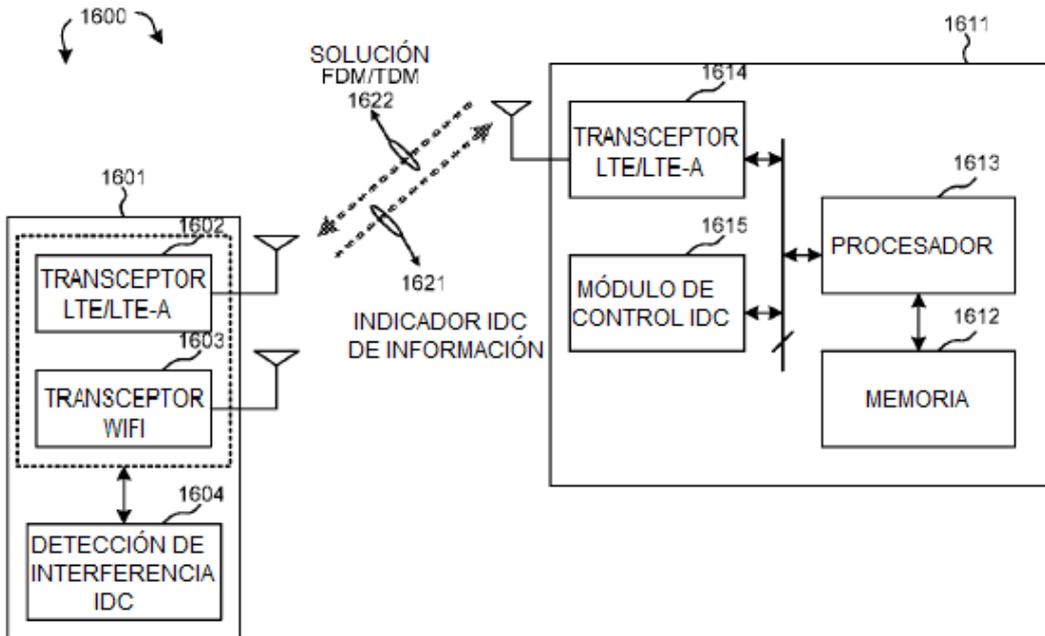


FIG. 16

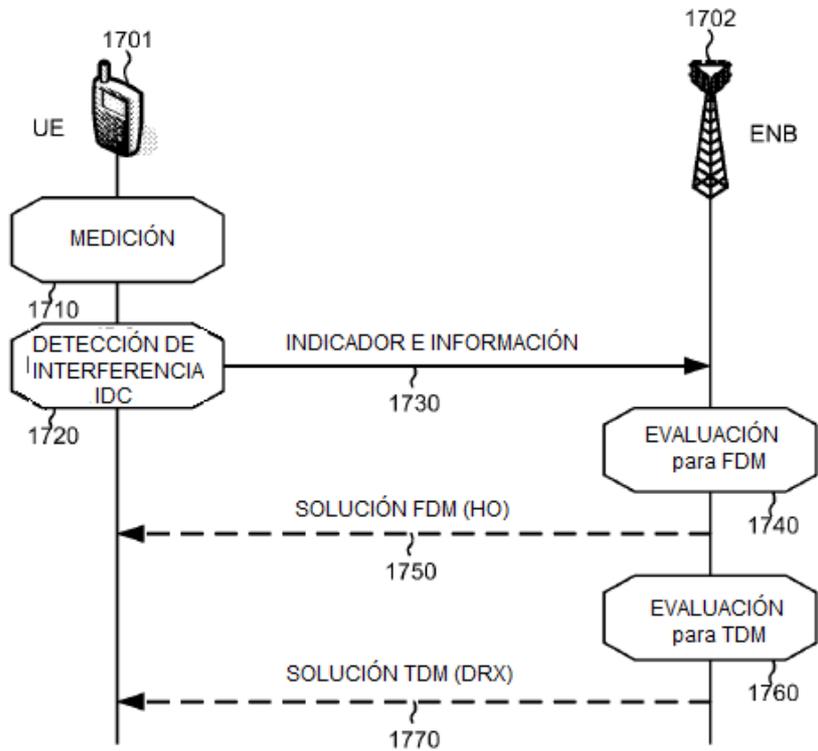


FIG. 17

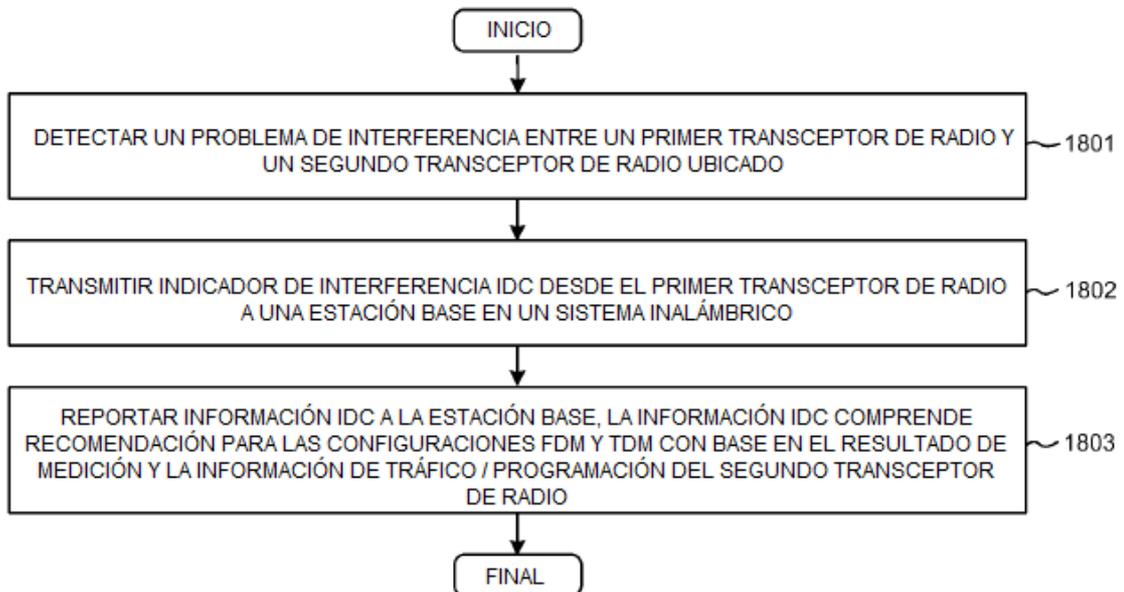


FIG. 18

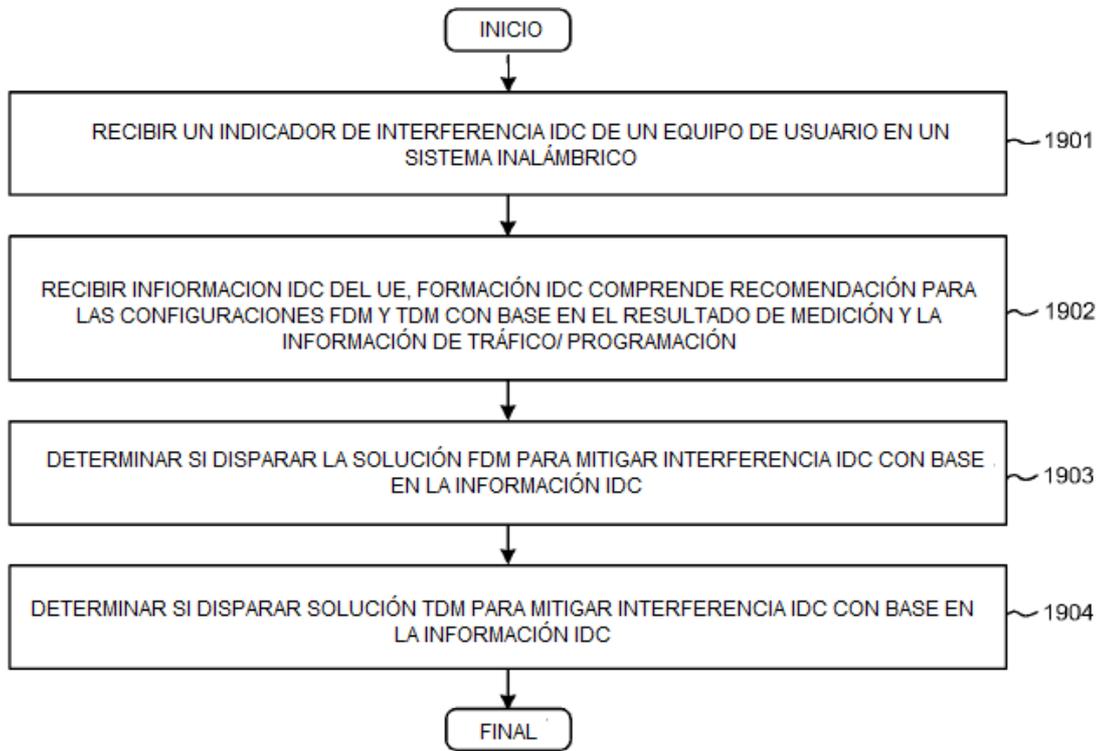


FIG. 19