

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 489**

51 Int. Cl.:

H04W 72/10 (2009.01)

H04W 16/14 (2009.01)

H04W 52/14 (2009.01)

H04W 88/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.12.2013 PCT/EP2013/075415**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.11.2014 WO14180518**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.12.2013 E 13801542 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 2995155**

54 Título: **Manejo mejorado de transmisión de comunicación de red simultánea y transmisión de comunicación D2D**

30 Prioridad:

08.05.2013 US 201361821101 P

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

16.10.2019

73 Titular/es:

**GUANGDONG OPPO MOBILE
TELECOMMUNICATIONS CORP., LTD. (100.0%)
18 Haibin Road, Wusha, Chang'an, Dongguan
Guangdong, CN**

72 Inventor/es:

**LINDOFF, BENGT;
FODOR, GABOR;
KAZMI, MUHAMMAD;
PARKVALL, STEFAN y
SORRENTINO, STEFANO**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 727 489 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

Manejo mejorado de transmisión de comunicación de red simultánea y transmisión de comunicación D2D

5 Campo técnico

Esta solicitud se refiere a un método, un nodo de red, un dispositivo de comunicación y un medio de almacenamiento legible por ordenador para un manejo mejorado de la transmisión de comunicación de red simultánea y la transmisión de comunicación D2D, y en particular a un método, un nodo de red, un dispositivo de comunicación y un medio de almacenamiento legible por ordenador para un mejor manejo de la transmisión de comunicación de red simultánea y la transmisión de comunicación D2D mitigando los problemas de transmisión en redes de comunicación de dispositivo a dispositivo asistidas por red.

15 Antecedentes

La presente invención se refiere a las comunicaciones de dispositivo a dispositivo (D2D) en el espectro celular. Aunque la idea de habilitar las comunicaciones D2D como un medio de retransmisión en redes celulares fue propuesta por algunos trabajos iniciales en redes ad hoc, el concepto de permitir que las comunicaciones D2D locales (re) utilicen los recursos del espectro celular simultáneamente con el tráfico celular en curso es relativamente nuevo. Debido a que la compartición de recursos no ortogonales entre las capas celular y D2D tiene el potencial de la ganancia de reutilización y la ganancia de proximidad al mismo tiempo que aumenta la utilización de recursos, las comunicaciones D2D que subyacen a las redes celulares han recibido un interés considerable en los últimos años.

25 Específicamente, en redes 3GPP LTE, tal comunicación LTE Direct (D2D) se puede usar en aplicaciones comerciales, como la descarga en redes celulares, redes sociales basadas en la proximidad o situaciones de seguridad pública en las que los primeros intervinientes necesitan comunicarse entre sí y con las personas. en la zona del desastre.

Las entidades de comunicación D2D que utilizan un enlace directo LTE pueden reutilizar los mismos bloques de recursos físicos (PRB) que se utilizan para las comunicaciones celulares, ya sea en el enlace descendente o en el enlace ascendente o en ambos. La reutilización de los recursos de radio de una manera controlada puede llevar al aumento de la eficiencia espectral a expensas de algún aumento de la interferencia intracelular. Por lo general, las entidades que se comunican con D2D utilizan recursos de UL, como los PRB de UL o los intervalos de tiempo UL, pero conceptualmente es posible que las comunicaciones D2D (LTE Directas) tengan lugar en el espectro del DL celular o en los intervalos de tiempo DL. Para facilitar la presentación, en la presente divulgación asumimos que los enlaces D2D utilizan recursos de enlace ascendente, como PRB de enlace ascendente en un FDD o intervalos de tiempo de enlace ascendente en un sistema TDD celular, pero las ideas principales se trasladarían a los casos en que las comunicaciones D2D también tienen lugar en el espectro DL.

40 D2D simultánea y transmisiones celulares en comunicaciones D2D

La figura 3 muestra un bosquejo esquemático principal sobre un sistema D2D asistido por red. Uno o más nodos de red tienen el control de al menos un dispositivo 320, 325 y 327 de comunicación por radiofrecuencia (también referenciados D1, D2 y D3), de los cuales al menos dos (320 D1 y 325 D2) también están involucrados con comunicación D2D entre sí. El nodo 310 de red asigna recursos de tiempo-frecuencia para la transmisión D2D, y también tiene el control sobre la potencia máxima de transmisión permitida (TX) utilizada en la comunicación D2D. En un escenario típico, el nodo 310 de red asigna recursos D2D durante aproximadamente 200-500 ms y durante ese período de tiempo, entonces cada dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia, 325 realiza selecciones autónomas de MCS (esquema de modulación codificación y) y ejecuta comandos como HARQ (solicitud de repetición automática híbrida). Al final de cada período de tiempo, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia informa sobre el estado de la calidad de la señal y/u otras medidas de calidad de transmisión, y recibe nuevos recursos D2D para usar durante el siguiente período de tiempo (es decir, 200-500 ms).

Además, normalmente se utiliza el espectro/recursos de enlace ascendente (UL) para D2D, ya que esto es beneficioso desde una perspectiva de control de interferencia. Y, como la comunicación D2D normalmente no tendrá en cuenta gran parte de los recursos del espectro, está lejos de ser eficiente para asignar un ancho de banda de frecuencia completo en una subtrama para la comunicación D2D. Por lo tanto, tanto el tráfico UL (y el enlace descendente (DL)) como el tráfico D2D deben poder compartir las mismas subtramas, por ejemplo, compartir una frecuencia. Esto también significa que, para un uso optimizado del espectro, un primer dispositivo de comunicación por radiofrecuencia podría ser capaz de transmitir al nodo 310 de red y a un segundo dispositivo 325 de comunicación por radiofrecuencia en la misma subtrama.

La figura 5 muestra un ejemplo de cómo se puede realizar la asignación simultánea de dispositivos celulares y D2D en el UL. En el bloque de tiempo o período de tiempo A, el primer dispositivo 325 D1 de comunicación por radiofrecuencia transmite D2D y simultáneamente un canal de control físico de UL (PUCCH) al nodo 310 de red. En el período B, el segundo dispositivo 325 D2 de comunicación por radiofrecuencia transmite un canal físico

compartido de UL (PUSCH) al nodo 310 de red y simultáneamente al primer dispositivo 320 D1 de comunicación por radiofrecuencia. En el período C, tanto el primer dispositivo 320 D1 de comunicación por radiofrecuencia como el tercer dispositivo 327 D3 de comunicación por radiofrecuencia transmiten un PUSCH respectivamente al nodo 310 de red. En el período de tiempo D, el segundo dispositivo 325 D2 de comunicación por radiofrecuencia transmite un canal físico compartido de UL (PUSCH) al nodo 310 de red, mientras que en el período de tiempo E, el segundo dispositivo 325 D2 de comunicación por radiofrecuencia transmite al primer dispositivo 325 D1 de comunicación por radiofrecuencia en D2D y el tercer dispositivo 327 D3 de comunicación por radiofrecuencia transmiten un PUSCH al nodo 310 de red.

El rendimiento de los sistemas de radio multicanal en general, y los sistemas de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) en particular, puede verse gravemente afectado por la interferencia debida a las transmisiones concurrentes en canales adyacentes. Esto se debe a que la radiación o la “fuga” de energía de los canales de frecuencia adyacentes puede causar una interferencia significativa. Este ACI puede ser más grave cuando el nivel de potencia de transmisión en el canal adyacente es alto, especialmente cuando hay un gran desequilibrio entre los niveles de transmisión en los canales adyacentes. Por ejemplo, en 3GPP, la ración de potencia de fuga de canal adyacente (ACLR) es un ejemplo de una medida que se puede usar para caracterizar el problema de la potencia de fuga.

Problemas con las soluciones existentes

El requisito de flexibilidad de programación deseado y discutido anteriormente, (es decir, que un dispositivo debe poder transmitir simultáneamente a un nodo 310 de la Red y a otro dispositivo en el mismo submarco secundario) da lugar a los siguientes problemas.

Un problema es que la potencia de transmisión total puede no ser suficiente para mantener la transmisión simultánea con suficiente calidad. Dado que los dispositivos de comunicación por radiofrecuencia de un par D2D están típicamente cerca uno del otro, generalmente se necesita una baja potencia de transmisión en la comunicación D2D. Sin embargo, el dispositivo de comunicación por radiofrecuencia podría estar muy lejos del nodo 310 de la red y, por lo tanto, podría necesitar una alta potencia de transmisión para la transmisión al nodo 310 de la red. De hecho, la comunicación D2D que reutiliza los PRB celulares suele ocurrir entre los dispositivos de comunicación por radiofrecuencia que están cerca uno del otro, pero lo suficientemente lejos de un nodo de red, como una estación base (eNB).

Otro problema radica en que, dado que el transmisor del dispositivo o la interfaz de radiofrecuencia del dispositivo de comunicación por radiofrecuencia, especialmente el amplificador de potencia (PA), no es ideal, debido a las no linealidades; La transmisión en un primer conjunto de bloques de recursos (RB) da lugar a la emisión espectral en RB adyacentes dentro de la banda de frecuencia del sistema.

Otro problema radica en que el desequilibrio de potencia de transmisión, que es la diferencia (en escala logarítmica) entre las potencias transmitidas por un dispositivo de comunicación por radiofrecuencia simultáneamente en la transmisión D2D y los enlaces de transmisión del nodo 310 de red, podrían ser demasiado grande. Esto puede ocurrir cuando, por ejemplo, cuando el primer dispositivo de comunicación por radiofrecuencia está lejos de su nodo de red de servicio, pero más cerca de un segundo dispositivo de comunicación por radiofrecuencia con el que el primer dispositivo de comunicación por radiofrecuencia está involucrado en la comunicación D2D. Esto también puede ocurrir cuando, por ejemplo, la velocidad de datos en los dos enlaces difiere significativamente. Un gran desequilibrio de potencia de transmisión degrada el rendimiento del enlace más débil debido a la fuga de la señal transmitida en el enlace más fuerte. El dispositivo de comunicación por radiofrecuencia puede manejar hasta cierto desequilibrio de potencia de transmisión.

Las figuras 6A y 6B ilustran un problema que puede surgir debido a esta emisión en banda. En la Figura 6A, que muestra un período de tiempo A (en referencia al período de tiempo A en la figura 5), el primer dispositivo 320 D1 de comunicación por radiofrecuencia transmite un PUCCH al nodo 310 de red (referenciado D1->NW) y al mismo tiempo también en el modo D2D al segundo dispositivo 325 D2 de comunicación por radiofrecuencia (referenciado D1->D2). Suponiendo que el PUCCH se transmita con mayor potencia que la parte D2D (debido a, por ejemplo, diferencias de pérdida de ruta o diferentes objetivos SINR (relación señal-ruido e interferencia), la transmisión D2D puede verse afectada por la fuga de la transmisión (referencia LA) de la transmisión PUCCH. Sin embargo, en este caso, el desequilibrio no es demasiado grande y, por lo tanto, las fugas de la transmisión no afectarán significativamente la transmisión D2D. Esto se ejemplifica en la constelación de señales D2D (a continuación, en la Figura 6A) (suponiendo que se transmita una señal QPSK en una subportadora).

Sin embargo, en la figura 6B, que muestra un período de tiempo B (con referencia al período de tiempo B en la figura 5), donde D2 está transmitiendo un PUSCH (referenciado D2->NW) al mismo tiempo que D2D se comunica con D1 (referenciado D2->D1), la fuga de la transmisión (referenciada a la LB) de la transmisión de la red (celular) afecta gravemente a las transmisiones D2D. Esto se ve en la constelación de señales (abajo en la Figura 6B) donde los puntos QPSK están borrosos. El extraruido introducido en el transmisor hará que la transmisión D2D sea mucho más sensible a la interferencia en la recepción D2D (RX) en D1, lo que implica un menor rendimiento de D2D, etc.

Como el programador de la red no tiene toda la información sobre la comunicación D2D, por ejemplo, la distancia entre D2D y la cantidad de datos transmitidos entre los dispositivos (y, por lo tanto, la potencia de transmisión necesaria), es difícil para la red detectar tales escenarios de desequilibrio de transmisión (TX).

5 Un método simple de la técnica anterior para resolver este problema es evitar siempre los recursos de programación (UL y/o DL) a un dispositivo de comunicación por radiofrecuencia en una misma subtrama como la comunicación D2D en curso. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, tal enfoque reducirá significativamente el uso del espectro y la capacidad del espectro, ya que en el enfoque existente solo se utiliza un subconjunto de los recursos de frecuencia dentro de una subtrama.

10 Por lo tanto, existe la necesidad de un método y un dispositivo de comunicación por radiofrecuencia que se ocupe de los problemas descritos anteriormente sin desperdiciar recursos.

15 El documento WO 2012/049351 A1 divulga la selección del modo de comunicación basándose en una diferencia entre un canal de radio estimado entre el dispositivo terminal y una estación base y un canal de radio estimado entre el dispositivo terminal y otro dispositivo terminal.

20 El documento US 2009/017829 A1 divulga un método para la gestión de interferencias entre redes que compartan un espectro de frecuencias.

El documento US 2009/318087 A1 divulga un método para prevenir la interferencia en un dispositivo receptor de radio causado por varios dispositivos transmisores de radio.

25 El documento US 2008/069039 A1 divulga un método para la gestión de interferencias en un sistema de comunicaciones inalámbricas mixtas que admite la señalización WAN y la señalización par a par.

Ericsson et al.: "In-band Interference Modelling for D2D", R1-131622, 3GPP TSG-RAN WG1 #72bis, Chicago, EE. UU., Del 15 al 19 de abril de 2013, divulga el modelado de emisiones de interferencia espurias como una entrada para Metodología de evaluación D2D.

30 Resúmen

El problema, que los inventores se han dado cuenta después del razonamiento inventivo y perspicaz y que la presente invención pretende resolver, surge en situaciones en que un dispositivo de comunicación por radiofrecuencia en el llamado modo de dispositivo a dispositivo asistido por red (NW) (D2D) transmite simultáneamente datos tanto a otro dispositivo de comunicación por radiofrecuencia (dispositivo par D2D) como a un nodo de red, como una estación base celular (BS) o un punto de acceso (AP). En tales situaciones, puede ocurrir un gran desequilibrio en la potencia de transmisión, y es probable que esto cause problemas a través de, por ejemplo, la emisión espectral en bloques de recursos (RB), además de aquellos RB en los que el dispositivo de comunicación por radiofrecuencia está realmente programado para transmitir. Durante las transmisiones simultáneas en D2D y canales celulares, debido al gran desequilibrio de potencia, puede surgir una interferencia de canal adyacente grave (ACI). Esta interferencia de canal adyacente es un problema nuevo y específico en las comunicaciones D2D asistidas por la red cuando se permite la transmisión simultánea en el enlace D2D y el enlace celular.

45 Es un objeto de las enseñanzas de esta solicitud superar o al menos mitigar los problemas enumerados anteriormente al proporcionar un dispositivo de comunicación por radiofrecuencia que comprende una interfaz de comunicaciones de radiofrecuencia y un controlador, en el que dicho controlador está configurado para establecer una comunicación de red con un nodo de red y establecer una comunicación de dispositivo a dispositivo con un segundo dispositivo de comunicación por radiofrecuencia a través de dicha interfaz de comunicación por radiofrecuencia. El controlador está configurado además para determinar si se va a realizar una transmisión simultánea que comprende una transmisión de red a través de dicha comunicación de red con dicho nodo de red y una transmisión D2D a través de dicha comunicación de dispositivo a dispositivo con dicho segundo dispositivo de comunicación por radiofrecuencia; determinar si hay un problema de transmisión relacionado con dicha transmisión simultánea; y si es así, determinar una técnica de mitigación; y realizar dicha transmisión de red y dicha transmisión D2D de acuerdo con dicha técnica de mitigación para mitigar dicho problema de transmisión.

En una realización, el dispositivo de comunicación es un terminal de comunicaciones móvil.

60 Es un objeto adicional de las enseñanzas de esta solicitud superar los problemas enumerados anteriormente proporcionando un método para su uso en un dispositivo de comunicación de acuerdo con lo anterior.

65 Es un objeto de las enseñanzas de esta solicitud superar o al menos mitigar los problemas enumerados anteriormente al proporcionar un nodo de red que comprende una interfaz de comunicaciones de radiofrecuencia y un controlador, estando configurado dicho nodo de red para atender al menos un primer dispositivo de comunicación por radiofrecuencia siendo configurado tanto para la comunicación de red como para la comunicación de dispositivo a dispositivo con un segundo dispositivo de comunicación por radiofrecuencia, en el que dicho controlador está

5 configurado para determinar si el primer dispositivo de comunicación por radiofrecuencia tiene un problema de transmisión relacionado con dicha transmisión simultánea para ambas comunicaciones de red y para la comunicación de dispositivo a dispositivo con el segundo dispositivo de comunicación por radiofrecuencia y determinar una técnica de mitigación y transmitir dicha técnica de mitigación a dicho primer dispositivo de comunicación por radiofrecuencia.

Es un objeto adicional de las enseñanzas de esta solicitud superar los problemas enumerados anteriormente proporcionando un método para su uso en un nodo de red de acuerdo con lo anterior.

10 Es un objeto adicional de las enseñanzas de esta solicitud superar los problemas enumerados anteriormente al proporcionar un medio legible por ordenador que comprende instrucciones que cuando se cargan y ejecutan por un controlador, como un procesador, causan la ejecución de un método de acuerdo con el presente documento.

15 Los inventores de la presente solicitud se han dado cuenta, después de un razonamiento ingenioso y perspicaz, de que al permitir que un dispositivo de comunicación por radiofrecuencia determine si es probable que el desequilibrio de potencia (debido a las transmisiones simultáneas al dispositivo par y al nodo 310 de red) es probable que cause o actualmente cause un problema de transmisión en uno o ambos enlaces de transmisión y si el dispositivo de comunicación por radiofrecuencia determina que tal problema puede ocurrir en la próxima transmisión o si ocurre en la transmisión actual, entonces se determina una solución adecuada o una técnica de mitigación (por ejemplo, priorizar transmisiones entre la transmisión D2D y la transmisión de red (celular), o reduciendo directamente la diferencia en los niveles de potencia de transmisión, etc. El dispositivo de comunicación por radiofrecuencia aplica la solución seleccionada durante un período de transmisión de datos posterior (por ejemplo, una subtrama o durante un período de tiempo determinado).

20 El dispositivo de comunicación por radiofrecuencia aplica una o más soluciones de este tipo de forma autónoma, de acuerdo con reglas predefinidas o de acuerdo con una configuración recibida desde el nodo de red o cualquier combinación.

25 Un aspecto se refiere a un nodo de red que gestiona un dispositivo de comunicación por radiofrecuencia, en el que dicho nodo de red está configurado para determinar (de forma autónoma o en base a la información recibida del dispositivo de comunicación por radiofrecuencia) si el desequilibrio de potencia debido a las transmisiones simultáneas al dispositivo par y a el nodo 310 de red probablemente causará o está causando actualmente un problema de transmisión en uno o ambos enlaces de transmisión del dispositivo de comunicación por radiofrecuencia y si el nodo de red determina que tal problema puede ocurrir en la próxima transmisión o si ocurre en la transmisión actual, luego, el nodo de la red se configura para determinar una solución apropiada o una técnica de mitigación (por ejemplo, priorizar las transmisiones entre la transmisión D2D y la transmisión de la red (celular), reduciendo directamente la diferencia en los niveles de potencia de transmisión, etc.). Posteriormente, el nodo de red configura el dispositivo de comunicación por radiofrecuencia con la información para permitir que el dispositivo de comunicación por radiofrecuencia aplique la solución seleccionada durante el período de transmisión de datos subsiguiente (por ejemplo, subtrama o durante un período de tiempo determinado).

30 El dispositivo de comunicación por radiofrecuencia también puede configurarse para informar su capacidad al nodo de red, lo que indica que es capaz de aplicar una o más técnicas de mitigación para evitar o minimizar la degradación de las transmisiones en uno o ambos enlaces (transmisión de D2D y transmisión de red (celular)) debido al desequilibrio de potencia de transmisión entre los dos enlaces debido a la transmisión simultánea en los dos enlaces. El nodo 310 de la red utiliza esta información de capacidad recibida para una o más tareas operativas de radio, por ejemplo, la selección de parámetros, selección de la técnica de mitigación apropiada, etc.

35 Otras características y ventajas de las realizaciones divulgadas aparecerán a partir de la descripción detallada adjunta.

Breve descripción de los dibujos.

40 La invención se describirá con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

45 La figura 1 muestra una vista esquemática de un dispositivo de comunicación por radiofrecuencia de acuerdo con una realización de las enseñanzas de esta solicitud;

50 La figura 2 muestra una vista esquemática de un nodo de red de acuerdo con una realización de las enseñanzas de esta solicitud;

55 La figura 3 muestra una vista esquemática de una red de comunicación que comprende un dispositivo de comunicación de acuerdo con una realización de las enseñanzas de esta solicitud;

60 La figura 4 muestra una vista esquemática de un medio legible por ordenador de acuerdo con una realización de las enseñanzas de esta solicitud;

La figura 5 muestra series de bloques de tiempo para un dispositivo de comunicación por radiofrecuencia que transmite tanto a un nodo de red como a otro dispositivo de comunicación por radiofrecuencia de acuerdo con una realización de las enseñanzas de esta solicitud;

Las figuras 6A y 6B ilustran un problema que ocurre en la técnica anterior;

La figura 7 muestra un diagrama de flujo para un método general de acuerdo con una realización de las enseñanzas de esta solicitud; y

La figura 8 muestra un diagrama de flujo para un método general de acuerdo con una realización de las enseñanzas de esta solicitud.

Descripción detallada

Las realizaciones divulgadas se describirán ahora más detalladamente a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran ciertas realizaciones de la invención. Sin embargo, esta invención puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones expuestas en el presente documento; más bien, estas realizaciones se proporcionan a modo de ejemplo para que esta divulgación sea exhaustiva y completa, y transmita completamente el alcance de la invención a los expertos en la materia. Los números similares se refieren a elementos similares en todo.

La figura 1 muestra un ejemplo esquemático de un dispositivo 100 de comunicación por radiofrecuencia de acuerdo con una realización de las enseñanzas de este documento. En este ejemplo, el dispositivo 100 de comunicación por radiofrecuencia es un terminal de comunicaciones móvil, como un teléfono móvil, una tableta de ordenador inalámbrica o un ordenador portátil habilitado para la comunicación inalámbrica, pero se debe tener en cuenta que las enseñanzas de este documento no están restringidas para ser utilizadas en terminales de comunicaciones móviles, pero se puede usar en cualquier dispositivo 100 de comunicación por radiofrecuencia que esté dispuesto como se describirá en el presente documento. El dispositivo 100 de comunicación por radiofrecuencia puede comprender una interfaz 120 de usuario, que en la realización de ejemplo de la figura 1 puede comprender al menos una clave física, una unidad de retroalimentación de datos visuales, como una pantalla o una matriz de diodos de emisión de luz (LED). El dispositivo 100 de comunicación por radiofrecuencia también comprende un controlador 110 y una memoria 140. El controlador 110 puede implementarse como uno o varios procesadores u otros circuitos lógicos, tales como circuitos lógicos programables. La memoria 140 puede implementarse utilizando cualquier tecnología comúnmente conocida para memorias legibles por ordenador tales como ROM, RAM, SRAM, DRAM, FLASH, DDR, memoria EEPROM, memoria flash, disco duro, almacenamiento óptico o cualquier combinación de los mismos. La memoria 140 se utiliza para diversos fines por el controlador 110, tal como para almacenar instrucciones de programa y datos de aplicación.

El dispositivo 100 de comunicación por radiofrecuencia comprende además una interfaz 130 de comunicación por radiofrecuencia (frecuencia de radio) que está configurada para comunicarse con uno o una combinación de los estándares del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), Evolución a largo plazo (LTE) 3GPP, Accesos a Paquetes de Alta Velocidad, HSPA, o Sistema Global para comunicaciones Móviles, GSM. Cabe señalar que las enseñanzas en este documento también pueden implementarse utilizando otros estándares de comunicaciones celulares. La interfaz 130 de radiofrecuencia también está configurada para comunicarse de acuerdo con uno o una combinación de al menos uno de los estándares IEEE 802.11 (WiFi), Bluetooth®, NFC (Near Field Communication) u otra interfaz de comunicación de corto alcance (radiofrecuencia), RFID (Identificación por Radiofrecuencia) y ZigBee.

El controlador 110 está conectado operativamente a la interfaz 130 de comunicación por radiofrecuencia para comunicarse con otros dispositivos de comunicación por radiofrecuencia como se divulgará más adelante con referencia a la figura 3.

La figura 2 muestra un ejemplo esquemático de un nodo 200 de red de acuerdo con una realización de las enseñanzas de este documento. En este ejemplo, el nodo 200 de red es una estación base, pero debe tenerse en cuenta que las enseñanzas de este documento no están restringidas para ser utilizadas en redes de comunicaciones móviles, sino que pueden usarse en cualquier red que esté dispuesta como se divulgará en este documento. El nodo 200 de red puede ser, por lo tanto, un punto de acceso. El nodo 200 de red comprende un controlador 210 y una memoria 240. El controlador 210 puede implementarse como uno o varios procesadores u otros circuitos lógicos, tales como circuitos lógicos programables. La memoria 240 puede implementarse utilizando cualquier tecnología conocida comúnmente para memorias legibles por ordenador tales como ROM, RAM, SRAM, DRAM, FLASH, DDR, memoria EEPROM, memoria flash, disco duro, almacenamiento óptico o cualquier combinación de los mismos. El controlador 210 utiliza la memoria 240 para diversos fines, como para almacenar instrucciones de programa y datos de aplicación.

El nodo 200 de red comprende además una interfaz 230 de comunicación por radiofrecuencia (radiofrecuencia) que está configurada para comunicarse con uno o una combinación de los estándares del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), Evolución a largo plazo (LTE), 3GPP Acceso a Paquetes de Alta Velocidad, HSPA, o Sistema Global para la Comunicación Móvil, GSM. Cabe señalar que las enseñanzas en este documento también pueden implementarse utilizando otros estándares de comunicaciones celulares. La interfaz de radiofrecuencia 230 puede configurarse alternativamente para comunicarse de acuerdo con uno o una combinación de al menos uno de los estándares IEEE 802.11 (WiFi), Bluetooth®, NFC (Near Field Communication) u otra interfaz de comunicación de corto alcance (radiofrecuencia), RFID (Identificación de radiofrecuencia) y ZigBee, en donde el nodo de red es un punto de acceso.

El controlador 210 está conectado operativamente a la interfaz 230 de comunicación por radiofrecuencia para comunicarse con dispositivos de comunicación por radiofrecuencia como se divulgará más adelante con referencia a la figura 3.

La figura 3 muestra esquemáticamente una red 300 de comunicación por radiofrecuencia de acuerdo con las enseñanzas de este documento. Un nodo 310 de red está dispuesto para comunicarse con un primer dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia, tal como un equipo de usuario (UE). El nodo 310 de red puede estar dispuesto para comunicarse de acuerdo con un estándar de comunicación celular, como LTE (evolución a largo plazo) o 3GPP (Proyecto de asociación de tercera generación) u otra tecnología de acceso de radio (RAT) comúnmente conocida, como se divulga con referencia a la figura 2. El nodo 310 de red es, por lo tanto, en este ejemplo, una estación base (BS). El nodo 310 de red puede estar dispuesto adicional o alternativamente para comunicarse de acuerdo con un estándar de comunicación de datos, tal como IEEE802.11 (WiFi™) o Bluetooth™ u otra tecnología de acceso de radio (RAT) comúnmente conocida, tal como se divulga con referencia a la figura 2. El nodo 310 de red es, por lo tanto, en este ejemplo, un punto de acceso (AP).

Cabe señalar que el nodo 310 de red puede estar dispuesto para comunicarse de acuerdo con cualquier RAT y las enseñanzas de este documento son aplicables en cada circunstancia. Un nodo de red puede ser un eNodo B, un nodo B, una estación base, un punto de acceso celular (AP), un controlador de red de radio o un relé, etc. El nodo de red también puede ser un punto de acceso configurado para funcionar de acuerdo con una RAT no celular, como WiFi y otros, como se divulga con referencia a la figura 2. Lo mismo también es naturalmente cierto para el nodo 200 de red de la figura 2.

La red 300 de comunicación por radiofrecuencia también puede comprender un segundo dispositivo 325 de comunicación por radiofrecuencia, tal como un equipo de usuario. El primer dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia está configurado además para comunicarse con el segundo dispositivo 325 de comunicación por radiofrecuencia (y viceversa) de acuerdo con un estándar de comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), tal como LTE Direct. La red 300 de comunicación por radiofrecuencia está así dispuesta para una comunicación de dispositivo a dispositivo asistida por red, en la que el nodo 310 de red está configurado para la comunicación de dispositivo a dispositivo asistido por red.

Como se ha explicado en la sección de antecedentes, surgen problemas cuando un dispositivo 320 intenta comunicarse tanto con un nodo 310 de red como con otro dispositivo 325 de comunicación por radiofrecuencia en (sustancialmente) el mismo tiempo.

La red 300 de comunicación por radiofrecuencia también puede comprender dispositivos de comunicación por radiofrecuencia adicionales, tales como un tercer dispositivo 327 de comunicación por radiofrecuencia. El tercer dispositivo 327 de comunicación por radiofrecuencia solo participa en la comunicación de red y, por lo tanto, no se tratará con más detalle, pero se debe tener en cuenta que la comunicación efectuada por el tercer dispositivo 327 de comunicación por radiofrecuencia puede ser una causa de interferencia u otras perturbaciones a la que está sometida la comunicación con el primer y segundo dispositivo 320 y 325 de comunicación por radiofrecuencia.

La figura 4 muestra una vista esquemática de un medio legible por ordenador como se describió anteriormente. El medio 40 legible por ordenador es en esta realización un disco 40 de datos. En una realización, el disco 40 de datos es un disco de almacenamiento de datos magnéticos. El disco 40 de datos está configurado para llevar las instrucciones 41 que cuando se cargan en un controlador, como un procesador, ejecutan un método o procedimiento de acuerdo con las realizaciones divulgadas anteriormente. El disco 40 de datos está dispuesto para ser conectado o leído por un dispositivo de lectura 42, para cargar las instrucciones en el controlador. Un ejemplo de un dispositivo de lectura 42 en combinación con uno (o varios) disco(s) 40 de datos es un disco duro. Cabe señalar que el medio legible por ordenador también puede ser otro medio, como discos compactos, discos de video digital, memorias flash u otras tecnologías de memoria comúnmente utilizadas.

Las instrucciones 41 también se pueden descargar a un dispositivo 44 de lectura de datos de ordenador, como una ordenador u otro dispositivo capaz de leer datos codificados por ordenador en un medio legible por ordenador, comprendiendo las instrucciones 41 en una señal 43 de lectura por ordenador que se transmite a través de una interfaz inalámbrica (o cableada) (por ejemplo, a través de Internet) al dispositivo de lectura de datos del ordenador

44 para cargar las instrucciones 41 en un controlador. En una realización de este tipo, la señal 43 legible por ordenador es un tipo de medio 40 legible por ordenador.

5 Las instrucciones pueden almacenarse en una memoria (no mostrada explícitamente en la Figura 4, pero referenciada 240 en la Figura 2) del dispositivo 100 de comunicación por radiofrecuencia.

10 Debe entenderse que las referencias a programas de ordenador, instrucciones, código, etc. abarcan el software de un procesador o firmware programable como, por ejemplo, el contenido programable de un dispositivo de hardware, ya sean instrucciones para un procesador o configuraciones de un dispositivo de función fija, matriz de puertas o dispositivo lógico programable etc.

15 La figura 7 muestra un método general de acuerdo con las enseñanzas de este documento. El primer dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia determina 700 si es probable que un desequilibrio de potencia (debido a transmisiones simultáneas al dispositivo par y al nodo 310 de red) cause o esté causando actualmente un problema de transmisión en uno o ambos enlaces de transmisión. Si el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia determina que tal problema puede ocurrir en la próxima transmisión o si ocurre en la transmisión actual, entonces el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia determina 710 una solución apropiada o una técnica de mitigación. El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para determinar que la técnica de mitigación debe involucrar la priorización de las transmisiones entre las transmisiones D2D (transmisión D2D) y las transmisiones de red (transmisión de red (celular)). Adicional o alternativamente, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para determinar que la técnica de mitigación debe implicar reducir directamente la diferencia en los niveles de potencia de transmisión. Además, otras técnicas de mitigación son plausibles. Como una técnica de mitigación se ha determinado, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia entonces aplica 720 la solución o técnica de mitigación seleccionada durante un período de transmisión de datos posterior (por ejemplo, durante una subtrama siguiente o durante un período de tiempo determinado).

30 El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para aplicar una o más de tales técnicas de mitigación de forma autónoma, es decir, por su propia cuenta. Adicional o alternativamente, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para aplicar una o más de tales técnicas de mitigación basadas en reglas predefinidas. Adicional o alternativamente, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para recibir una configuración desde el nodo 310 de red y para aplicar una o más técnicas de mitigación de este tipo basadas en una configuración recibida. Las combinaciones de cómo el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia aplica las técnicas de mitigación son, por supuesto, posibles. En una realización, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para recibir también o alternativamente otra información asociada con la técnica de mitigación que una configuración del nodo 310 de red y aplicar una técnica de mitigación en consecuencia. Un ejemplo de dicha información asociada son los identificadores predefinidos para una técnica de mitigación o problemas de tiempo o indicadores para cuándo usar una técnica de mitigación.

40 Haciendo referencia a la figura 8, siendo un diagrama de flujo para un método general de acuerdo con las enseñanzas de este documento, un dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia está conectado 800 a un nodo de red para la comunicación de red (celular), además de estar en comunicación con un segundo dispositivo de comunicación por radiofrecuencia a través de un enlace D2D. En algunas realizaciones, la misma banda de frecuencia (recursos DL/UL, banda DL/UL) se usa para la comunicación de red (celular) y la comunicación D2D. En algunas realizaciones, los recursos D2D (tiempo/frecuencia) pueden preasignarse durante un período de tiempo por un nodo 310 de red que controla el primer dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia. El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia también puede configurarse para recibir concesiones de programación desde el nodo 310 de red, dando una indicación de que se necesita una transmisión DL/UL al nodo 310 de red. Se debe tener en cuenta que, aunque la descripción en este documento está dirigida a la comunicación UL, también se puede aplicar a la comunicación DL.

55 La comunicación UL puede ser un canal de datos (por ejemplo, PUSCH en caso de LTE) o un canal de control (por ejemplo, PUCCH en caso de LTE). El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia determina que el dispositivo está programado para una transmisión D2D y una transmisión de red (celular) en la misma subtrama 810, posiblemente en diferentes recursos de frecuencia. La detección puede realizarse determinando una solicitud, a través de una concesión de programación desde el nodo 310 de red, para enviar información de UL en una subtrama en la que el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia debería transmitir al segundo dispositivo 325 de comunicación por radiofrecuencia en la comunicación D2D. Un primer conjunto de recursos se asigna a la transmisión de red (celular) y un segundo conjunto de recursos se asigna a la transmisión D2D. Un controlador 110 del dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia determina 820 si habrá algún problema asociado con la transmisión simultánea.

65 Se pueden esperar diferentes problemas. Por ejemplo, si el desequilibrio de la potencia de transmisión es mayor que un umbral, esto indica que existe un riesgo de problemas de fugas en la transmisión, como se describió anteriormente. También se podría detectar que el nivel de potencia de transmisión está por encima de otro umbral,

lo que hace que la transmisión simultánea sea complicada (debido al primer y segundo conjunto de asignación de recursos o la cantidad de recursos asignados a la transmisión respectiva). Además, la potencia de transmisión total necesaria puede estar por encima de la potencia de transmisión máxima posible (por ejemplo, 24 dBm). Si no se detecta ningún problema, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia realiza la transmisión 830 simultánea en los dos enlaces.

Sin embargo, si se detecta un problema, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia determina o selecciona una o más técnicas de mitigación para resolver los problemas 840 detectados. La(s) técnica(s) de mitigación seleccionada(s) se aplica 850 mediante el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia.

En general, en respuesta a la detección del desequilibrio de la potencia de transmisión, la técnica de mitigación aplicada por el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia comprende al menos uno de: la priorización entre las transmisiones en la transmisión D2D y la transmisión de la red (celular), la transmisión restringida en la transmisión D2D, transmisión de red (celular) o ambos enlaces, o un ajuste de la potencia de transmisión de señales transmitidas en la transmisión D2D y/o enlaces de transmisión de red (celular).

Hay varias otras posibles técnicas de mitigación y variantes que se analizarán en detalle a continuación.

Una primera técnica de mitigación general es priorizar entre la transmisión de dispositivo a dispositivo (transmisión D2D) y la transmisión de red (o celular) (transmisión de red (celular)). El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia está así configurado para priorizar la transmisión de la información D2D o la información de la red (celular). El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para priorizar una transmisión configurando la potencia de transmisión (TX) de la otra transmisión a un valor muy bajo o (sustancialmente) cero vatios, o en otras palabras para deshabilitarla. El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para priorizar basándose en la priorización de los datos de control sobre otros datos, como voz, o priorizando la comunicación de red (celular) sobre la comunicación D2D. El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia también puede configurarse, o alternativamente, para priorizar en función de la importancia o criticidad de la información o los datos que se transmiten a través de uno de los dos enlaces, es decir, los enlaces de transmisión D2D o transmisión de red (celular). Un ejemplo se refiere a los esquemas de retransmisión, donde, si $n > m$, una retransmisión con el número n de datos en un enlace tiene una prioridad más alta que una retransmisión con el número m en el otro enlace para permitir que los datos que se retransmitieron muchas veces sean exitosamente transmitido. Otro ejemplo es que los mensajes de recibido pueden considerarse más críticos que los mensajes de datos, ya que, si un mensaje de recibido está dañado, esto automáticamente conducirá a una retransmisión, aumentando el tráfico, mientras que un mensaje de datos contaminados puede ser descifrable o en algunos casos una retransmisión no sería necesaria en ningún caso. Este enfoque se puede utilizar especialmente cuando el dispositivo de comunicación por radiofrecuencia tiene una potencia limitada (es decir, la potencia de transmisión total está por encima de la potencia de transmisión posible total, por lo que no es posible un aumento en la potencia de transmisión para un canal y una reducción en la potencia de transmisión para el otro canal solo resultara en una transmisión fallida).

Una segunda técnica de mitigación general se relaciona con la adaptación de la potencia de transmisión (potencia de transmisión). Una alternativa es escalar la potencia de transmisión. Este enfoque es adecuado en caso de que se haya alcanzado la potencia de transmisión total máxima. En este caso, un enfoque de escalamiento puede consistir en escalar la potencia D2D primero hasta que alcance 0 (es decir, como se indicó anteriormente) y seguir una escala de potencia de comunicación celular de acuerdo con las reglas heredadas (es decir, Especificación 3 GPP en caso del sistema LTE).

Otra alternativa es ajustar la potencia de transmisión. El dispositivo de comunicación por radiofrecuencia está configurado para ajustar el nivel de potencia de transmisión en una transmisión de manera que se resuelva el problema. Por ejemplo, puede aumentar la potencia de transmisión en D2D o disminuir en la comunicación de red (celular) si el desequilibrio de transmisión es demasiado grande (y la comunicación de red (celular) requiere alta potencia de transmisión). La adaptación de la potencia se puede realizar de acuerdo con reglas preasignadas o puede basarse en una configuración señalizada desde el nodo de red de control o una combinación de los mismos, como se explicó anteriormente.

Una tercera técnica de mitigación general se relaciona con la restricción de la transmisión. El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para transmitir solo una fracción o porción de uno de los enlaces de datos, por ejemplo, la información de comunicación de la red (celular). Para ilustrar, si el nodo 310 de red transmite una concesión de enlace ascendente para una transmisión de canal de datos (por ejemplo, PUSCH) que incluye información de retroalimentación de enlace ascendente (por ejemplo, HARQ (Solicitud de Repetición Automática Híbrida), PMI (Indicador de Matriz de Precodificación), información de CQI (Información de la Calidad del Canal), etc., el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede transmitir un canal de control (por ejemplo, PUCCH, canal de control de enlace ascendente físico) que incluye solo la información de retroalimentación del enlace ascendente (por ejemplo, Información de HARQ y CQI, etc.) o incluso información de retroalimentación de enlace ascendente seleccionada (por ejemplo, solo HARQ). Esto reduce los datos a transmitir y, por lo tanto, reduce el riesgo de que ACI (interferencia de canal adyacente) contamine una transmisión. En una realización alternativa (o

adicional), el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia está configurado para transmitir solo en un subconjunto de los bloques de recursos asignados al nodo de la red, por ejemplo, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia solo transmite en 5 RB en lugar de 10 RB. Un enfoque similar puede ser aplicable al restringir la comunicación D2D en su lugar. Para ilustrar con un ejemplo para el enlace de transmisión D2D, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede transmitir solo señales de control esenciales tales como CSI (Información de estado del canal), mediciones de radio, retroalimentación HARQ, etc. El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede reanudar más tarde el funcionamiento normal (es decir, sin transmisión restringida) cuando el desequilibrio de potencia de la transmisión vuelve a caer en el rango de funcionamiento normal, por ejemplo, menos que digamos 20 dB.

Una cuarta técnica de mitigación general, que se relaciona con la segunda técnica de mitigación anterior, se relaciona con la alternancia del ajuste de la potencia de transmisión. El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia está configurado para disminuir el nivel de transmisión de una transmisión y aumentar el nivel de transmisión de la segunda transmisión de modo que la diferencia de potencia de transmisión entre las dos transmisiones caiga por debajo de un umbral dado, por ejemplo, 20 dB o menos. Este ajuste simultáneo del nivel de potencia de transmisión también activa el ajuste del MCS aplicado en ambas transmisiones. Por ejemplo, en el enlace donde el dispositivo de comunicación por radiofrecuencia reduce la potencia de transmisión usa un esquema MCS más robusto, por ejemplo, QPSK en lugar de 16 QAM y/o una tasa de código más baja, como 1/3 en lugar de 1/2. Esto facilitará la decodificación de la señal transmitida por el nodo 310 de red o por el segundo dispositivo 325 de comunicación por radiofrecuencia. El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia también puede restringir o ajustar el MCS dentro de un conjunto predefinido o preconfigurado de MCS permitido cuando el desequilibrio de potencia de transmisión excede un umbral, por ejemplo, 20 dB o más.

Por supuesto, las técnicas de mitigación también pueden combinarse en una técnica de mitigación compuesta en la que el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia aplica cualquier combinación de las técnicas de mitigación descritas anteriormente. La técnica compuesta puede aplicarse cuando se cumplen ciertas condiciones, por ejemplo, lo que indica un desequilibrio de transmisión más grave que podría requerir mayores acciones para superar. Por ejemplo, como cuando el desequilibrio de potencia de transmisión está por encima de un segundo umbral de 25 dB o más. En este caso, el desequilibrio de la potencia de transmisión se puede reducir al nivel normal aplicando múltiples técnicas, por ejemplo, transmisión restringida y también ajuste de potencia de transmisión.

A continuación, se muestran algunas formas de realización explícitas de las reglas de ajuste de potencia de transmisión D2D. Introducimos las siguientes variables.

La celda P es la potencia de transmisión total celular que se necesita en una subtrama, de acuerdo con la especificación 3GPP actual (es decir, la suma de potencias de PUSCH, PUCCH, etc.).

$P_{d2d'}$ (canal) es la potencia de transmisión D2D para un canal/señal (física) dada, como la dada por la fórmula de control de potencia D2D utilizada para la comunicación D2D.

$\Sigma(P_{d2d'})$ es la potencia de transmisión total de D2D (todos los canales/señales directas) como lo indican otras fórmulas de control de potencia de D2D. Las realizaciones de la invención cubren el caso de tener múltiples canales D2D (físicos) en la comunicación D2D.

P_{off} es el desplazamiento de potencia máximo en el dispositivo entre D2D y la transmisión celular. Podría ser una función del diseño del dispositivo (es decir, la capacidad del dispositivo) o un parámetro configurado, configurado, por ejemplo, por NETWORK NODE 310.

ϵ , épsilon es un umbral de caída, cuando el canal no se transmite.

P_{max} es la potencia de transmisión máxima (por ejemplo, 24 dBm).

De acuerdo con una primera realización de ejemplo, el dispositivo 310 de comunicación por radiofrecuencia está configurado para establecer la potencia de transmisión D2D para todos los canales D2D de acuerdo con:

$$P_{d2d} = \max(P_{d2d'}, P_{cell} - P_{off}).$$

De acuerdo con una segunda realización de ejemplo, el dispositivo 310 de comunicación por radiofrecuencia está configurado para establecer la potencia de transmisión D2D por canal D2D:

$$P_{d2d}(\text{canal}) = \max(P_{d2d'}(\text{canal}), P_{cell} - P_{off}).$$

De acuerdo con una tercera realización de ejemplo, el dispositivo 310 de comunicación por radiofrecuencia está configurado para establecer la potencia de transmisión D2D teniendo en cuenta la potencia de transmisión máxima:

$$P_{d2d} = \min(\max(\text{suma}(P_{d2d'}), P_{cell} - P_{off}); P_{max} - P_{cell}).$$

De acuerdo con todas las formas de realización de ejemplo, el dispositivo 310 de comunicación por radiofrecuencia está configurado para abandonar la transmisión del canal D2D si la suma (P_{d2d}) o la suma ($P_{d2d'} + P_{cell} < \epsilon$).

5 Cabe señalar que estas son solo realizaciones de ejemplo, y las enseñanzas de esta solicitud también cubren otros enfoques.

Las técnicas de mitigación anteriores (por ejemplo, la priorización, el ajuste de la potencia de transmisión, etc.) pueden ser evaluadas y aplicadas para ser transmitidas por el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia durante un intervalo de tiempo de transmisión (TTI) o durante múltiples TTI o durante cierto período de tiempo.

Volviendo a la figura 8 que muestra un diagrama de flujo para un método general de acuerdo con las enseñanzas del presente documento, que puede verse como una extensión del diagrama de flujo de la figura 7. El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia primero determina 800 si se está comunicando a través de un enlace de comunicación D2D y un enlace de red (celular). Entonces, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia determina 810 si existe la necesidad de una transmisión simultánea a través de los dos enlaces. Si no hay necesidad de transmisión simultánea, no habrá problemas de transmisión relacionados con dicha transmisión simultánea. El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia está configurado además para determinar 820 si existen o si es probable que haya problemas de transmisión durante la transmisión simultánea, como se ha explicado anteriormente. Si no existen tales problemas o es probable que ocurran, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia está configurado para transmitir 830 simultáneamente sin necesidad de adaptarse o restringir, utilizando las políticas actuales de programación y transmisión.

Si tales problemas existen o es probable que ocurran, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia está configurado para determinar 840 una técnica de mitigación y luego transmitir 850 simultáneamente de acuerdo con la técnica de mitigación determinada. Como se ha divulgado anteriormente, hay muchas alternativas para determinar una técnica de mitigación y también muchas alternativas para las técnicas de mitigación, incluidas las combinaciones de dichas técnicas de mitigación.

30 Alternativamente, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia también puede configurarse para informar 860 de la técnica de mitigación, como cualquier ajuste, o el problema detectado en el nodo 310 de red que puede tener esto en cuenta en la próxima programación de datos a/desde el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia.

35 Adicional o alternativamente, el primer dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia también está configurado para informar 870 de cualquier ajuste o problema detectado al segundo dispositivo 325 de comunicación por radiofrecuencia. El informe puede realizarse después de que se haya implementado la técnica de mitigación. El informe también puede realizarse, o alternativamente, antes de que se haya implementado la técnica de mitigación.

40 El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para proporcionar las técnicas de mitigación de varias maneras. Y, se pueden aplicar una o más formas para mitigar el problema causado por el desequilibrio de la potencia de transmisión o se puede asegurar su aplicación utilizando cualquiera de los siguientes.

Una forma es utilizar reglas predefinidas. El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para consultar un conjunto de reglas predefinidas, que especifican las técnicas de mitigación en la norma. Por ejemplo, las técnicas de mitigación se pueden predefinir junto con ciertas condiciones y también los parámetros correspondientes, por ejemplo, umbral en términos de desequilibrio de potencia de transmisión, contenido de los datos o tipo de datos en los dos enlaces, conjunto de MCS permitido, etc. Por ejemplo, puede estar predefinido que el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede aplicar la primera regla predefinida (Priorización entre la transmisión D2D y la transmisión de red (celular)) siempre que el desequilibrio de potencia de transmisión esté por encima de un primer umbral, por ejemplo 25 dB. Además de la condición para activar este método, la duración y el período de tiempo durante el cual se aplicarán las reglas predefinidas también se pueden predefinir.

Otra forma es permitir que la red configure las técnicas de mitigación. Las técnicas de mitigación se configuran luego mediante el nodo 310 de red que sirve, controla o administra la operación del dispositivo de comunicación por radiofrecuencia. Por ejemplo, el nodo 310 de red puede configurar el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia para aplicar uno o más métodos para mitigar el impacto del desequilibrio de potencia de transmisión. El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia estaría configurado para recibir una configuración de mitigación desde el nodo 310 de red y para adaptar sus transmisiones en consecuencia. Además, el nodo 310 de red puede configurarse para iniciar un procedimiento para aplicar la(s) técnica(s) de mitigación en respuesta a la detección del problema de desequilibrio de potencia de transmisión. Por ejemplo, el nodo 310 de red puede recibir del dispositivo de comunicación por radiofrecuencia una indicación explícita de que el desequilibrio de potencia de transmisión está causando un informe o resultados de desequilibrio de potencia de transmisión y, en respuesta al mismo, proporcionar al dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia con una configuración de mitigación para ser utilizada en consecuencia.

El nodo 310 de red puede configurarse también o adicionalmente para determinar de manera autónoma que el desequilibrio de potencia de transmisión está por encima de un umbral u otras formas tales que es probable que cause problemas durante la transmisión. El nodo 310 de red puede basar la determinación de desequilibrio de transmisión en un tipo de transmisiones o la velocidad de datos en los dos enlaces. El nodo 310 de red también puede basar la determinación de desequilibrio de transmisión en la ubicación del dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia con respecto a la ubicación del nodo 310 de red y/o con respecto a la ubicación del segundo dispositivo 325 de comunicación por radiofrecuencia involucrado en las comunicaciones D2D

El nodo 310 de red también puede configurarse para configurar parámetros adicionales, tales como un conjunto permitido de MCS, períodos de tiempo o TTI durante los cuales el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia necesita aplicar la técnica de mitigación, un umbral de desequilibrio de potencia de transmisión por encima del cual la comunicación por radiofrecuencia se permite al dispositivo 320 aplicar una o más técnicas de mitigación. El nodo 310 de red también está configurado para transmitir dichos parámetros al dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia para ser utilizados en consecuencia.

El nodo 310 de red puede configurarse también o adicionalmente para configurar el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia utilizando señalización de capa superior, como el control de recursos de radio (RRC) o señalización de capa inferior, como el canal de control L1 o un comando o combinación de control de acceso de medios (MAC) del mismo (por ejemplo, parcialmente a través de RRC y restante a través de MAC)

Una forma es que la mitigación debe ser específica para la implementación del dispositivo de comunicación por radiofrecuencia. De esta manera, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia aplica una o más de las técnicas de mitigación de forma autónoma sin interacción desde el nodo 310 de red. Sin embargo, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia también puede informar opcionalmente al nodo 310 de red y/o al segundo dispositivo 325 de comunicación por radiofrecuencia implicado en la comunicación D2D sobre la técnica de mitigación que está aplicando o pretende aplicar.

Cabe señalar que las maneras anteriores se pueden combinar, todos o cualquiera de ellos. Para ilustrar con un ejemplo, una o más técnicas de mitigación se pueden predefinir como se indicó anteriormente. Sin embargo, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para que solo se le permita aplicar una o más de estas técnicas cuando el nodo 310 de red lo permita o configure explícitamente. A su vez, el nodo 310 de red puede permitir que el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia use cierta regla predefinida basada en uno o más criterios, por ejemplo, desequilibrio de potencia de transmisión, tipo de transmisiones en los dos enlaces, criticidad de las transmisiones en los dos enlaces, etc. Por ejemplo, el nodo 310 de la red recibe información sobre el desequilibrio de la potencia de transmisión o el problema relacionado (por ejemplo, la degradación debida a una fuga de energía a un enlace más débil: transmisión D2D o transmisión de red (celular) en el dispositivo de comunicación por radiofrecuencia. Si el problema es grave (por ejemplo, el desequilibrio de la potencia de transmisión es superior a 20 dB) y la información transmitida en la red (celular) no es urgente ni crítica, entonces el nodo de la red puede indicar al dispositivo de comunicación por radiofrecuencia que aplique la técnica de mitigación de priorización entre transmisión D2D y transmisión de red (celular), transmitiendo en transmisión D2D con mayor prioridad.

El dispositivo de comunicación por radiofrecuencia y/o el nodo 310 de red también pueden configurarse para actualizar dinámicamente la regla de priorización. El nodo 310 de red puede actualizar la regla de prioridad en cada período de selección de modo (que, por ejemplo, puede ser de 200 a 500 ms). De forma alternativa o adicional, el nodo 310 de red puede actualizar la regla de prioridad ante un evento o condición detectada. El evento o condición y los umbrales correspondientes pueden ser predefinidos o específicos de la implementación.

Un ejemplo de tal evento es cuando un informe de medición (por ejemplo, calidad de la señal (por ejemplo, RSRQ), intensidad de la señal (por ejemplo, RSRP), SINR, SNR, BLER, BER, etc.) realizadas por un dispositivo de comunicación por radiofrecuencia (por ejemplo, en el RX D2D) involucrado en la comunicación D2D difiere de un cierto umbral. El nodo 310 de red recibe dichos informes desde el dispositivo de comunicación por radiofrecuencia. Por ejemplo, en un evento está por encima de un primer umbral. En un segundo evento está por debajo de un segundo umbral. El evento también puede ser activado por un informe de medición realizado por un segundo dispositivo 325 de comunicación por radiofrecuencia conectado al nodo 310 de red.

Otro ejemplo de tal evento es cuando un informe de medición (por ejemplo, calidad de la señal, intensidad de la señal, SINR, SNR, BLER, BER, etc.) realizado por el nodo 310 de la red (por ejemplo, en la señal transmitida a través del enlace de transmisión de la red (celular)) difiere de un cierto umbral. Por ejemplo, en un evento está por encima de un primer umbral. En un segundo evento está por debajo de un segundo umbral.

El evento también puede ser activado por un informe de medición realizado por el nodo 310 de red en la señal transmitida por un segundo dispositivo 325 de comunicación por radiofrecuencia a través de su enlace de transmisión de red (celular).

Otro ejemplo de un evento de este tipo es cuando la carga de la celda en una celda que recibe el servicio del nodo 310 de la red cambia, por ejemplo, cuando la potencia transmitida difiere de un umbral, el uso total de recursos (por

ejemplo, el porcentaje de uso de bloques de recursos de UL y/o DL) difiere de un umbral, el número de usuarios en una celda difiere de un umbral, el número de usuarios con comunicación D2D usando la transmisión de red (celular) y/o el número de usuarios con recepción D2D simultánea y transmisión de red (celular) etc. Por ejemplo, si la carga de celdas es alta, entonces el nodo 310 de red inicia una o más reglas o cambia su orden de prioridad. Si la carga de la celda de carga está por encima de un umbral (es decir, basado en uno o más criterios como el uso de recursos UL, etc.), entonces el nodo 310 de la red puede aumentar la prioridad de la regla de tal manera que tanto el ajuste de la potencia de transmisión como la recepción discontinua en el enlace de recepción D2D son de máxima prioridad.

Otro ejemplo de tal evento es cuando se detecta un cambio de estado en cualquiera de los dispositivos involucrados. Ejemplos de cambios de estado son un cambio de celda, un traspaso, un restablecimiento de la conexión RRC (Control de recursos de radio), una reconfiguración de la conexión, cualquiera de la configuración, reconfiguración, activación o desactivación de una o más celdas secundarias (SCell) en CA, cambio de estados RRC (por ejemplo, de estado IDLE a RRC conectado o viceversa, etc.), configuración o reconfiguración o activación o desactivación de los enlaces de radio involucrados en la transmisión coordinada multipunto (CoMP), estado de potencia en el dispositivo de ENCENDIDO a APAGADO (o viceversa).

Otro ejemplo de tal evento es cuando se detecta un cambio en el estado de un nodo de red. Ejemplos de tales estados son biestados como una carga alta en la celda servida, carga baja en la celda servida, triestado como carga alta, carga media o baja carga en la celda servida, o estado de energía del nodo 310 de red cambiando del estado ON al estado OFF debido al ahorro de energía, la actividad de mantenimiento, etc.

Cabe señalar que los eventos divulgados en lo anterior también pueden combinarse en eventos combinados. El nodo 310 de red puede usar cualquier combinación de eventos para actualizar la prioridad de las reglas. Por ejemplo, el nodo 310 de red solo puede cambiar el orden de prioridad actual de las reglas siempre que se detecten todos los eventos.

Todos los dispositivos de comunicación por radiofrecuencia 320 con capacidad D2D pueden no ser capaces de detectar el problema de desequilibrio de la potencia de transmisión y de aplicar una o más técnicas de mitigación para aliviar este problema. Por lo tanto, el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para informar su capacidad al nodo 310 de red (por ejemplo, eNode B, BS, controlador de red, relé, nodo central de red, entidad de gestión de movilidad (MME), nodo de posicionamiento, etc.) que indica que es capaz de al menos aplicar una o más soluciones o técnicas de mitigación para eliminar o al menos el impacto mínimo de cualquier desequilibrio de potencia de transmisión debido a transmisiones simultáneas de D2D y de red (celular). El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia también puede señalar información adicional como parte de la capacidad. La información adicional puede indicar si el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia también es capaz de detectar un problema de desequilibrio de potencia de transmisión debido a transmisiones simultáneas de D2D y de red (celular), por ejemplo, la detección de que el desequilibrio de la potencia de transmisión está por encima de un umbral, lo que causaría una degradación o pérdida de rendimiento en uno o ambos enlaces.

La información adicional puede indicar si el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia es capaz de aplicar una técnica de mitigación específica (por ejemplo, solo la priorización entre D2D y enlaces de red (celular)) o todas las técnicas que están predefinidas o configurables por el nodo 310 de red.

La información adicional puede indicar si el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia es capaz de aplicar la(s) técnica(s) de mitigación solo para ciertos tipos de transmisiones o canales físicos o para todos los tipos de transmisiones.

El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para enviar la información de capacidad mencionada anteriormente al nodo 310 de red informando de manera proactiva sin recibir ninguna solicitud explícita del nodo 310 de red (por ejemplo, el servidor o cualquier nodo de red objetivo).

El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse para enviar la información de capacidad mencionada anteriormente al nodo 310 de red informando después de haber recibido una solicitud explícita desde el nodo 310 de red (por ejemplo, el servidor o cualquier nodo de red objetivo). Dicha solicitud explícita puede enviarse al dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia por el nodo 310 de red en cualquier momento o en cualquier ocasión específica. Por ejemplo, la solicitud del informe de capacidad se puede enviar al dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia durante la configuración inicial o después de un cambio de celda (por ejemplo, transferencia, restablecimiento de la conexión RRC, liberación de la conexión RRC con redireccionamiento, cambio de PCell en la agregación de portadora (CA), cambio de portadora de componente primario (PCC) en CA, etc.).

El nodo 310 de red (por ejemplo, eNode B, de servicio, BS, nodo de posicionamiento, relé, controlador de red, etc.) puede utilizar la información de capacidad del dispositivo de comunicación por radiofrecuencia recibida para realizar una o más tareas operativas de radio. Las tareas operativas de radio están relacionadas con el manejo de interferencias en el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia debido al desequilibrio de la potencia de transmisión, etc. En general, el nodo 310 de red puede configurarse para adaptar los parámetros relacionados con

- los recursos asignados al dispositivo de comunicación por radiofrecuencia para su transmisión por el dispositivo de comunicación por radiofrecuencia en enlaces D2D y enlaces de red (celular). El nodo 310 de red también puede usar la información de capacidad del dispositivo de comunicación por radiofrecuencia recibida para seleccionar la(s) técnica(s) de mitigación más adecuada(s) de las que admite el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia.
- 5 Si el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia no admite ninguna técnica de mitigación, entonces el nodo 310 de red puede abstenerse de configurar el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia para transmitir en D2D y enlaces de red (celular) simultáneamente o el nodo 310 de red puede permitir dicha transmisión, pero limita la potencia de transmisión máxima del dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia a un cierto límite en uno o ambos enlaces.
- 10 La información de capacidad también puede ser almacenada por el nodo 310 de red. El nodo 310 de red puede utilizar los datos almacenados (históricos) para aplicar o seleccionar la regla más adecuada para el dispositivo de comunicación por radiofrecuencia correspondiente en el futuro.
- 15 El nodo 310 de red también puede configurarse para enviar la información de capacidad del dispositivo de comunicación por radiofrecuencia recibida a otros nodos de red. Ejemplos de otros nodos de red son los nodos 310 de red de radio vecinos (por ejemplo, eNode B, BS, AP, BSC, relé, etc.), nodo de red central (por ejemplo, MSC, MME, etc.), O&M, OSS (Sistema de soporte de operaciones), SON (Red autoorganizada), nodo de posicionamiento (por ejemplo, E-SMLC (Centro de Ubicación Movil de Servicio EUTRAN), MDT (Minimización de pruebas de unidades, etc.). Esto evitará la necesidad de que el dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia señale repetidamente su capacidad a un nuevo nodo de red de servicio después del cambio de celda, tal como después de un traspaso. De esta manera se pueden reducir los gastos generales de señalización.
- 20 En general, las enseñanzas de este documento pueden resumirse como se muestra a continuación, con referencia simultánea a la figura 8 (entre paréntesis). Un primer dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia se comunica con un nodo 310 de red y el segundo dispositivo 325 de comunicación por radiofrecuencia simultáneamente (800) para transmitir información o datos. El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia está configurado para determinar (810) que se realizará una transmisión simultánea al nodo 310 de red, posiblemente a través de un primer conjunto de recursos de radio a través de la interfaz 130 de comunicación por radiofrecuencia, y al segundo dispositivo de comunicación por radiofrecuencia, posiblemente sobre un segundo conjunto de recursos de radio a través de la interfaz 130 de comunicación por radiofrecuencia. El primer dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia determina (820) que un primer parámetro de transmisión asociado con la transmisión simultánea al nodo 310 de red y el segundo dispositivo no cumple un primer requisito, ya que habrá un desequilibrio de la potencia de transmisión u otra causa para causar problemas de transmisión, como la interferencia del canal adyacente. El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia adapta (840) al menos un parámetro de transmisión asociado a la transmisión simultánea y transmite (850) información de acuerdo con el parámetro de transmisión actualizado.
- 25 El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia está configurado para determinar una técnica (840) de mitigación de varias maneras diferentes, como se describirá a continuación.
- 30 En una realización, el primer conjunto de recursos de radio y el segundo conjunto de recursos de radio pertenecen a la misma banda de frecuencia del sistema.
- 35 En una realización, el parámetro de transmisión, en el que se realizará la determinación de la probabilidad o la presencia de problemas de transmisión, es un desequilibrio de potencia de transmisión/densidad espectral de potencia entre la transmisión D2D y la de la red (celular), un nivel de potencia de transmisión absoluto en la respectiva transmisión D2D y de red (celular), y/o una potencia de transmisión total necesaria para la transmisión simultánea del primer y segundo conjunto de recursos de radio.
- 40 En una realización, el dispositivo 320 de comunicación de RF está configurado para adaptar el(los) parámetro(s) de transmisión al adaptar un desequilibrio de potencia de transmisión/densidad espectral de potencia entre la transmisión D2D y la de red (celular), adaptando un nivel de potencia de transmisión absoluto en la transmisión D2D y la de la red (celular) respectiva, adaptando la potencia de transmisión total necesaria para la transmisión simultánea del primer y segundo conjunto de recursos de radio, y/o cambiando los recursos (como los bloques de recursos) transmitidos en el primer o segundo conjunto de recursos.
- 45 En una realización, el dispositivo 320 de comunicación de RF está configurado para adaptar el(los) parámetro(s) de transmisión al adaptar los recursos de transmisión de manera que la información a transmitir esté restringida, como transmitir solo PUCCH en lugar de PUSCH al nodo 310 de red, y/o transmitir una cantidad menor de PUSCH RB para el nodo 310 de red.
- 50 En una realización, el dispositivo 320 de comunicación de RF está configurado para adaptar la potencia de transmisión ajustando la potencia de transmisión (TX) para la transmisión D2D o para la transmisión de red (celular) a sustancialmente cero. El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia puede configurarse además para
- 55
- 60
- 65

basar una determinación de cuál de las transmisiones D2D o la potencia de transmisión de la transmisión de la red (celular) se debe establecer en cero.

5 En una realización, el dispositivo 320 de comunicación de RF está configurado para adaptar el(los) parámetro(s) de transmisión al adaptar los recursos de transmisión para que los datos de control se prioricen sobre los bloques de datos. Las variaciones de adaptación son parte de la determinación de la técnica (840) de mitigación.

10 El dispositivo 320 de comunicación por radiofrecuencia también puede configurarse para informar las adaptaciones realizadas, o el problema con la transmisión simultánea a al menos uno del nodo 310 de red y el segundo dispositivo 325 de comunicación por radiofrecuencia.

15 La realización divulgada proporciona estrategias consistentes para los problemas de manejo de un dispositivo de comunicación por radiofrecuencia que podrían surgir debido al desequilibrio de la transmisión en el caso de que un dispositivo de comunicación por radiofrecuencia, en la red D2D asistida por la red, necesite transmitir tanto al nodo 310 de red como a otro dispositivo de comunicación por radiofrecuencia en la misma subtrama. Las realizaciones divulgadas proporcionan una robustez global en la red de comunicación por radiofrecuencia (que incluye tanto la comunicación celular como la comunicación D2D).

20 En la descripción anterior se ha enfocado en un sistema LTE y OFDM, sin embargo, las enseñanzas en este documento no se limitan a este caso. Además, el nodo de red denominador puede ser un eNode B, un nodo B, una estación base, un punto de acceso inalámbrico (AP), un controlador de estación base, un relé, un relé que controla el nodo donante, una estación transceptora base (BTS), puntos de transmisión, nodos de transmisión, RRU (Unidad de radio remota), RRH (Cabeza de radio remota), nodos en el sistema de antena distribuida (DAS), etc.

25 Además, un dispositivo de comunicación por radiofrecuencia puede ser un dispositivo UE, sensor, portátil, teléfono inteligente, tipo de máquina (MTC), PDA, iPad, tableta, teléfono inteligente, equipo portátil incorporado (LEE), equipo montado en ordenador portátil (LME), adaptadores USB etc.

30 La invención se ha descrito principalmente anteriormente con referencia a algunas realizaciones. Sin embargo, como apreciarán fácilmente los expertos en la materia, otras realizaciones distintas de las divulgadas anteriormente son igualmente posibles dentro del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones de patente adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo (100) de comunicación por radiofrecuencia que comprende una interfaz (130) de comunicaciones por radiofrecuencia y un controlador (110), en el que dicho controlador (110) está configurado para:
- establecer comunicación de red con un nodo (310) de red;
- 10 establecer la comunicación de dispositivo a dispositivo con un segundo dispositivo (325) de comunicación por radiofrecuencia a través de dicha interfaz (130) de comunicación por radiofrecuencia;
- determinar si se debe realizar una transmisión simultánea que comprenda una transmisión de información de red a través de dicha comunicación de red con dicho nodo (310) de red y una transmisión de información D2D sobre dicha comunicación de dispositivo a dispositivo con dicho segundo dispositivo (325) de comunicación por radiofrecuencia);
- 15 determinar si hay un problema de transmisión relacionado con dicha transmisión simultánea al determinar si un desequilibrio de potencia entre las transmisiones simultáneas probablemente causará, o está causando actualmente, un problema de transmisión en uno o ambos enlaces de transmisión sobre dicha comunicación de red y sobre dicha comunicación dispositivo a dispositivo, en donde el problema de transmisión comprende interferencia de canal adyacente, y si se determina que hay un problema de transmisión relacionado con dicha transmisión simultánea,
- 20 determinar una técnica de mitigación, en donde la técnica de mitigación comprende restringir la transmisión de la información de uno de dicha comunicación de red y dicha comunicación de dispositivo a dispositivo, restringiendo la información a transmitir en la de dicha comunicación de red y dicha comunicación de dispositivo a dispositivo; y realizar simultáneamente dicha transmisión de red y dicha transmisión D2D de acuerdo con dicha técnica de mitigación para mitigar dicho problema de transmisión.
- 25 2. El dispositivo (100) de comunicación por radiofrecuencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la técnica de mitigación comprende además adaptar un nivel de potencia de transmisión.
- 30 3. El dispositivo (100) de comunicación por radiofrecuencia de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la técnica de mitigación comprende además priorizar una de dicha transmisión de red y dicha transmisión D2D.
- 35 4. Dispositivo (100) de comunicación por radiofrecuencia de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicho controlador (110) está configurado para priorizar un canal físico que transporta información de control de acuerdo con dicha técnica de mitigación.
- 40 5. El dispositivo (100) de comunicación por radiofrecuencia de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que dicha técnica de mitigación se basa en reglas predefinidas almacenadas en una memoria (140) comprendida en dicho dispositivo (100) de comunicación por radiofrecuencia, en el que dichas reglas se predefinidas se relacionan con el desequilibrio de la potencia de transmisión, que es la diferencia en la escala de registro o la relación en la escala lineal de potencia transmitida por el dispositivo (100) de comunicación por radiofrecuencia para la transmisión de red y la comunicación de dispositivo a dispositivo con un segundo dispositivo (325) de comunicación de radiofrecuencia.
- 45 6. El dispositivo (100) de comunicación por radiofrecuencia de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dichas reglas predefinidas se refieren además a al menos una de las condiciones de dicho dispositivo (100) de comunicación por radiofrecuencia y un evento de activación.
- 50 7. El dispositivo (100) de comunicación por radiofrecuencia de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que dicho controlador (110) está configurado para determinar dicha técnica de mitigación al recibir dicha técnica de mitigación o información asociada con dicha técnica de mitigación desde dicho nodo (310) de red.
- 55 8. El dispositivo (100) de comunicación por radiofrecuencia de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicho controlador está configurado para transmitir al menos una de la información de capacidad de dicho dispositivo (100) de comunicación por radiofrecuencia, cuya información de capacidad indica que el dispositivo (100) de comunicación por radiofrecuencia es capaz de realizar dicha transmisión de red y dicha transmisión D2D de acuerdo con una o más técnicas de mitigación para mitigar el problema de transmisión, y un informe de medición a dicho nodo (310) de red para que dicho nodo (310) de red base una selección de dicha técnica de mitigación.
- 60 9. El dispositivo (100) de comunicación por radiofrecuencia de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que dicho controlador (110) está configurado para transmitir un informe a dicho nodo (310) de red, en el que dicho informe incluye dicha técnica de mitigación y/o dicho problema de transmisión.
- 65

10. Un método para uso en un dispositivo (100) de comunicación por radiofrecuencia que comprende una interfaz (130) de comunicaciones por radiofrecuencia y un controlador (110), comprendiendo dicho método:

- 5 establecer comunicación de red con un nodo (310) de red;
- establecer comunicación de dispositivo a dispositivo con un segundo dispositivo (325) de comunicación por radiofrecuencia a través de dicha interfaz (130) de comunicación por radiofrecuencia;
- 10 determinar si se debe realizar una transmisión simultánea que comprende una transmisión de información de red a través de dicha comunicación de red con dicho nodo (310) de red y una transmisión de información D2D a través de dicha comunicación de dispositivo a dispositivo con dicho segundo dispositivo (325) de comunicación por radiofrecuencia;
- 15 determinar si hay un problema de transmisión relacionado con dicha transmisión simultánea al determinar si un desequilibrio de potencia entre las transmisiones simultáneas probablemente causará, o está causando actualmente, un problema de transmisión en uno o ambos enlaces de transmisión sobre dicha comunicación de red y sobre dicha comunicación dispositivo a dispositivo, en donde el problema de transmisión comprende interferencia de canal adyacente, y si se determina que hay un problema de transmisión relacionado con dicha transmisión simultánea,
- 20 determinar una técnica de mitigación, en donde la técnica de mitigación comprende restringir la transmisión de la información de dicha comunicación de red y dicha comunicación de dispositivo a dispositivo, al restringir la información a transmitir en la comunicación de red y la comunicación dispositivo a dispositivo; y realizar simultáneamente dicha transmisión de red y dicha transmisión D2D de acuerdo con dicha técnica de mitigación para mitigar dicho problema de transmisión.
- 25 11. Un medio (40) de almacenamiento legible por ordenador codificado con instrucciones (41) que, cuando se carga y ejecuta en un procesador, hace que el procesador realice el método de acuerdo con la reivindicación 10.

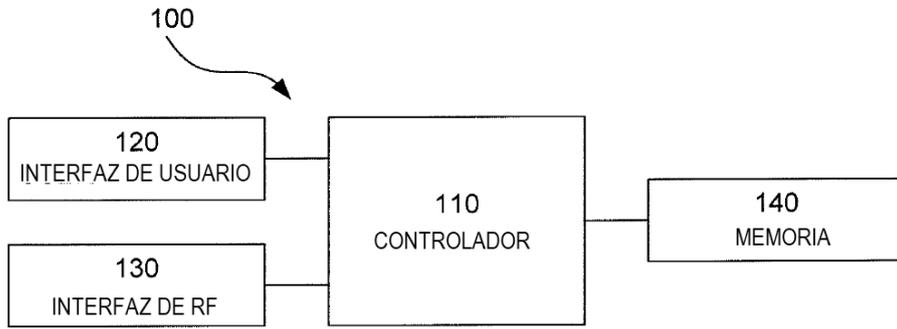


Fig. 1

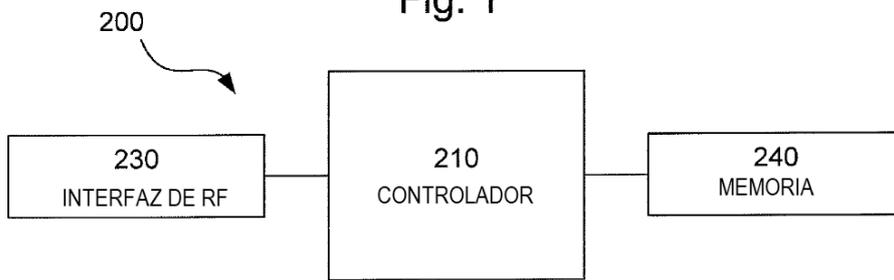


Fig. 2

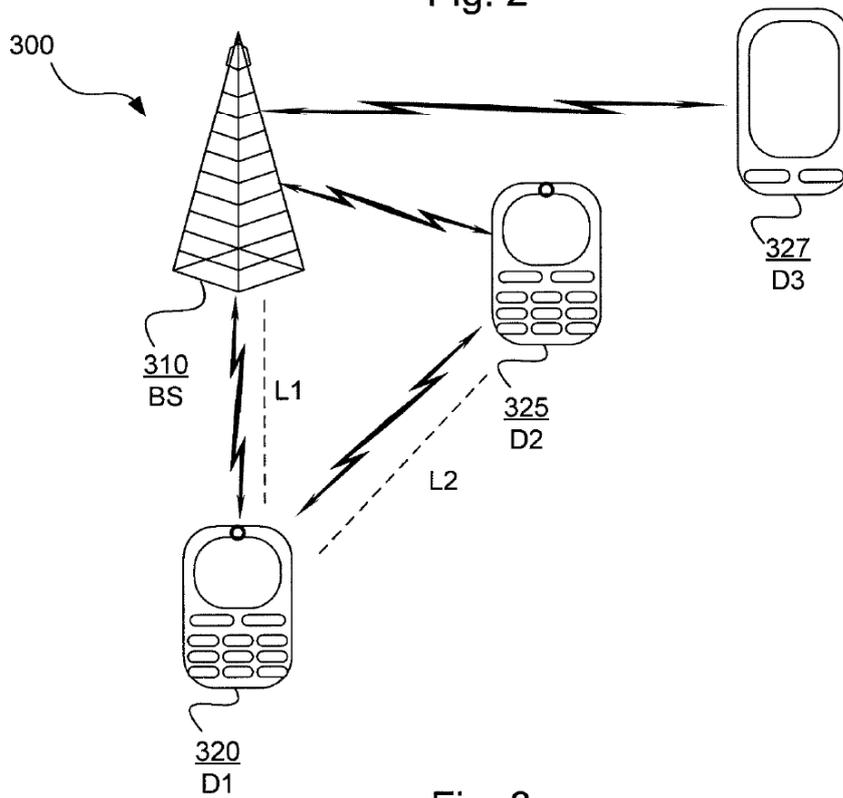


Fig. 3

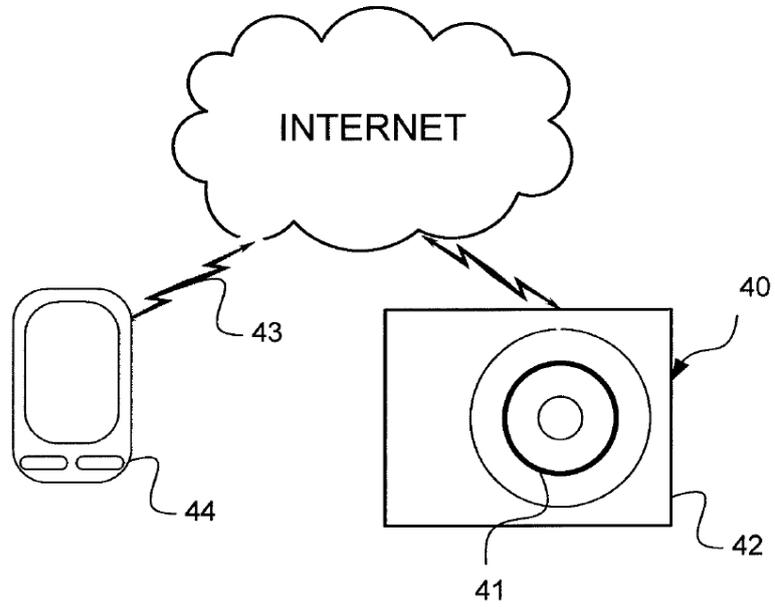


Fig. 4

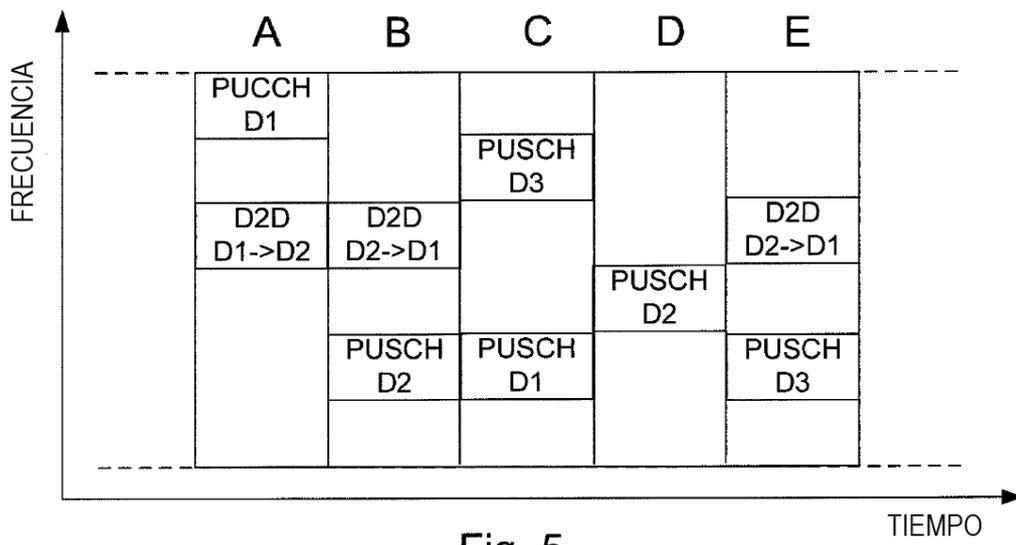


Fig. 5

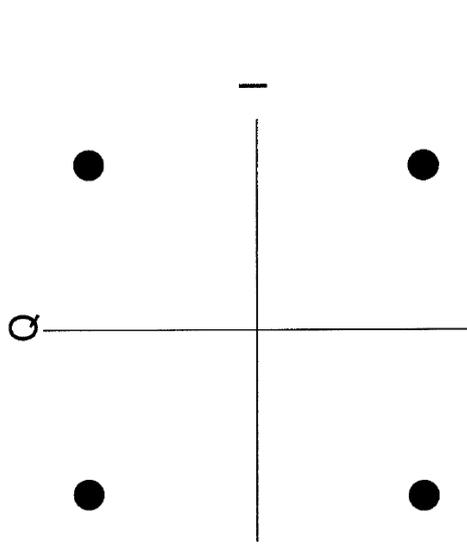
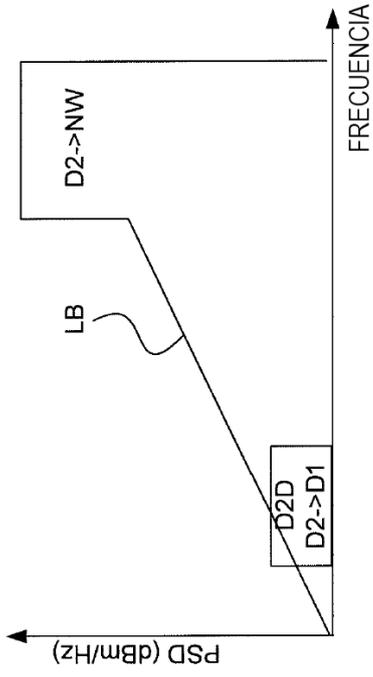


Fig. 6A

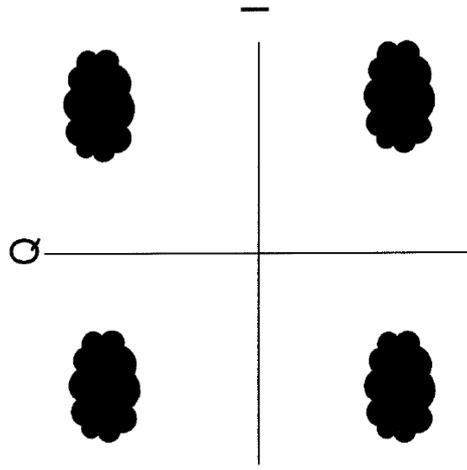
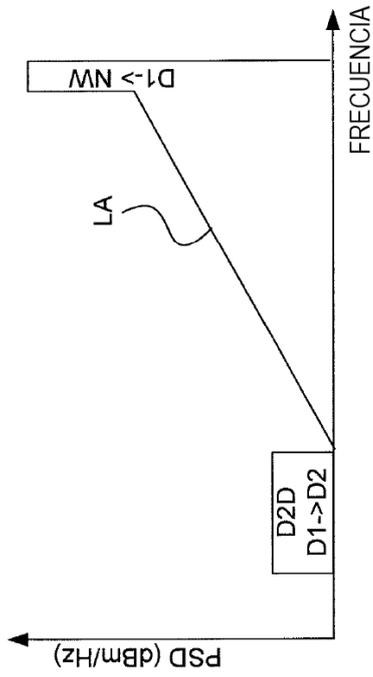


Fig. 6B

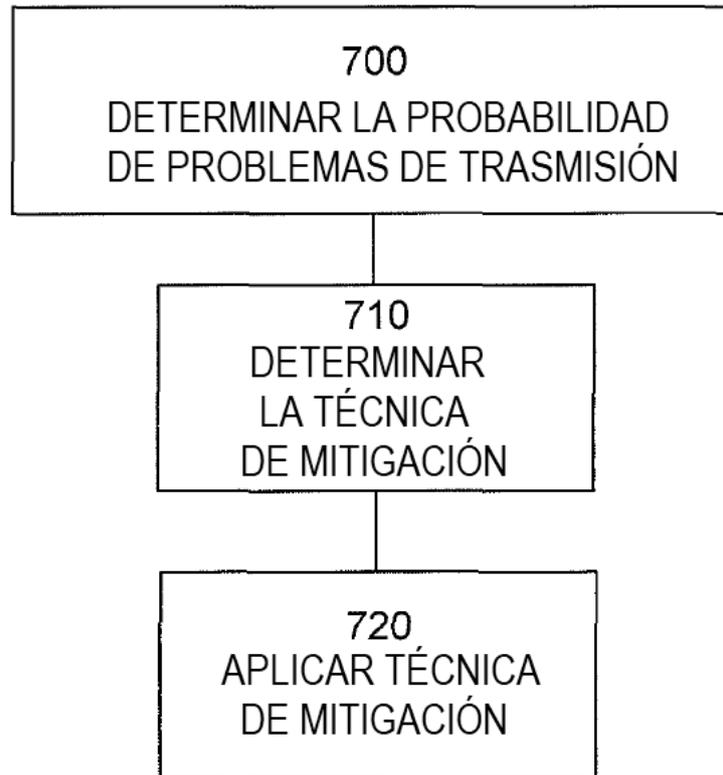


Fig. 7

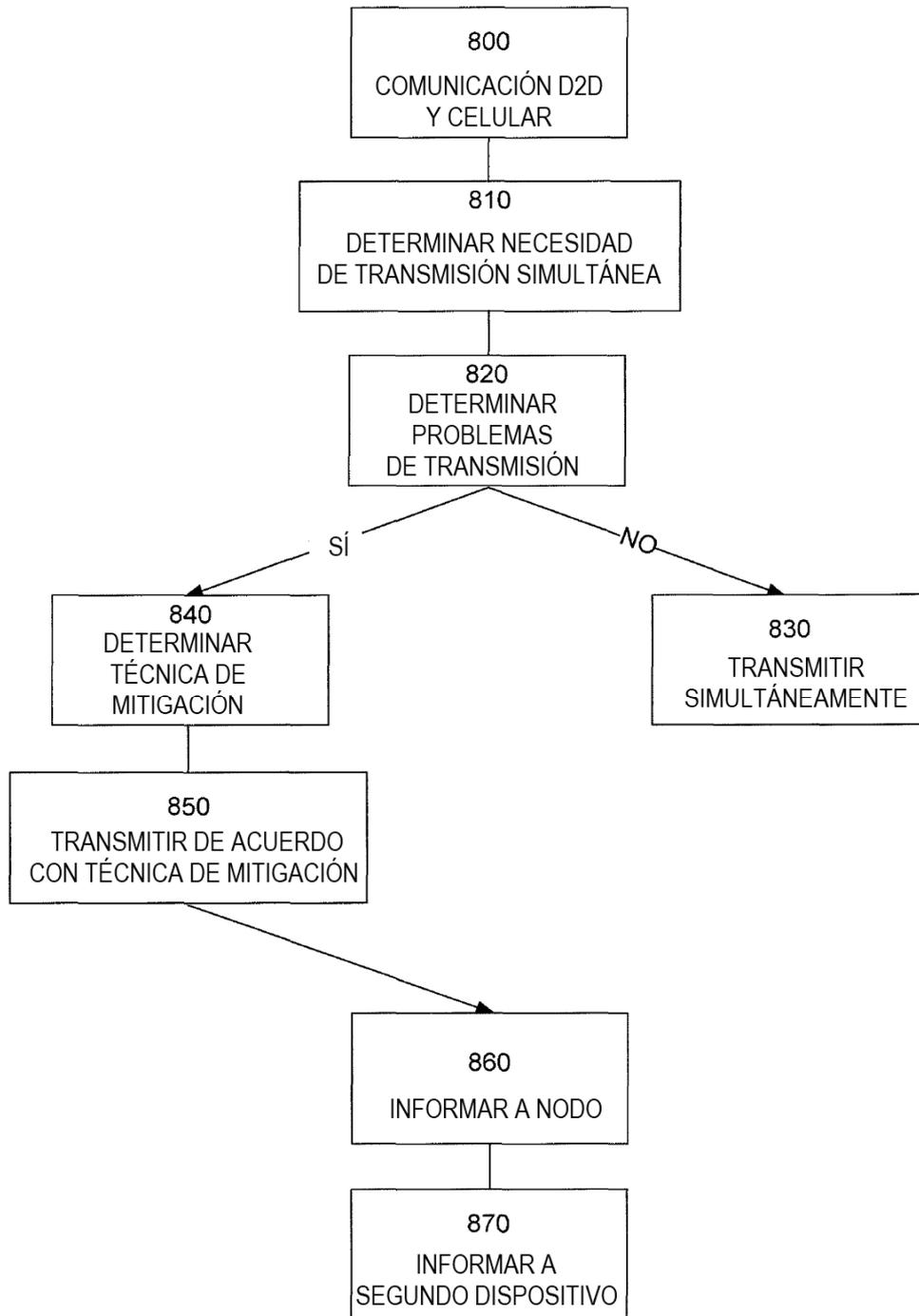


Fig. 8