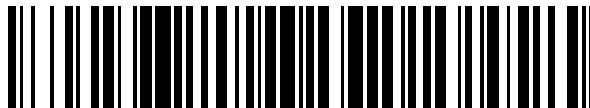


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 429**

51 Int. Cl.:

**H04W 74/08** (2009.01)

**H04W 88/10** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2014** **E 14307029 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018** **EP 3035764**

54 Título: **Reducción de colisiones entre transmisiones celulares y no celulares**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.02.2019**

73 Titular/es:

**ALCATEL LUCENT (100.0%)**  
**148/152 route de la Reine**  
**92100 Boulogne-Billancourt, FR**

72 Inventor/es:

**LOPEZ-PEREZ, DAVID;**  
**CLAUSSEN, HOLGER y**  
**HO, LESTER TSE WE**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 699 429 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**

Reducción de colisiones entre transmisiones celulares y no celulares

5 **Campo de la invención**

El campo de la invención se refiere al campo de comunicaciones inalámbricas y, en particular, a comunicación en zonas en las que ambos nodos celulares y no celulares transmiten en el mismo ancho de banda de frecuencia.

10 **Antecedentes**

A medida que aumenta el tráfico de comunicación inalámbrica, existe una necesidad de aumentar la capacidad para transmitir dichas comunicaciones. Una forma de hacerlo es aumentar el ancho de banda proporcionado para estas señales de comunicación. En la actualidad, las comunicaciones celulares generalmente se transmiten dentro de un ancho de banda autorizado, y los operadores de la red pagan grandes sumas de dinero por su porción de este ancho de banda. Las frecuencias más altas no están sujetas a licencias, pero a estas frecuencias más altas, las pérdidas de trayectoria aumentan y las distancias de transmisión disminuyen de manera correspondiente.

20 Los sistemas de Wi-Fi utilizan un ancho de banda sin licencia que tiene una frecuencia que no es mucho mayor que las bandas con licencia. El uso de este ancho de banda adicional por una estación base celular que proporciona cobertura de radio dentro de una célula de la red celular aumentaría la capacidad de esa estación base, pero podrían surgir problemas de colisión entre las señales de la estación base celular y los puntos de acceso Wi-Fi.

25 A este respecto, las redes celulares transmiten señales utilizando programación y OFDMA, (acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal), de modo que las señales a múltiples usuarios pueden ser transmitidas y la colisión entre estas señales evitarse o al menos reducirse. Los sistemas Wi-Fi utilizan CSMA (acceso múltiple por detección de portador) para reducir las colisiones, de modo que antes de transmitir los datos, detectan si la banda de frecuencia se está utilizando actualmente o no.

30 Un problema que podría surgir es que debido a la escucha Wi-Fi antes de transmitir, la interferencia de la estación base en la banda de frecuencia requerida puede dar lugar a que la conexión Wi-Fi tenga muy poco acceso al canal de comunicación.

35 El documento EP2757850 divulga la transmisión de señales por dispositivos celulares en una banda de frecuencia sin licencia, donde la interferencia con otros dispositivos se ve atenuada por la escucha del dispositivo celular para determinar si el canal está inactivo antes de la transmisión. Cuando el canal está inactivo, el dispositivo puede transmitir una señal de reserva de canal, y cuando el canal está ocupado, puede transmitir una señal de menor potencia y/o utilizar un mecanismo de codificación más robusto.

40 El documento US2013/0343288 divulga la transmisión de señales dentro de un ancho de banda sin licencia y el uso del ajuste de potencia para reducir la interferencia, en el que la intensidad de una señal para usar cuando el WiFi está activo se determina basándose en la intensidad de la señal calculada recibida en los dispositivos WiFi.

45 El documento US2014/G126504 también está relacionado con las transmisiones celulares que se realizan en una banda de frecuencias sin licencia y aborda el problema de la interferencia por el uso de una señal de reserva para reservar el canal antes de transmitir una comunicación.

50 Sería deseable que las estaciones base celulares y puntos de acceso de comunicación no celulares pudieran compartir el uso de la misma banda de frecuencias para la comunicación, sin una de las tecnologías que tienen una proporción excesiva de los recursos.

**Sumario**

55 La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas. Un primer aspecto de la presente invención proporciona un método realizado en una estación base que proporciona cobertura de radio dentro de una célula de una red de comunicación inalámbrica celular, comprendiendo dicho método: antes de transmitir una señal dentro de una banda de frecuencia utilizada por al menos un punto de acceso situado dentro de dicha célula y que soporta comunicación inalámbrica no celular, monitorizar para determinar si dicha banda de frecuencia se está utilizando actualmente para transmitir señales; en respuesta a la detección de que dicha banda de frecuencia está actualmente inactiva, transmitir una señal de reserva en dicha banda de frecuencia, indicando dicha señal de reserva a dicho al menos un punto de acceso que dicha banda de frecuencia no está disponible para su uso; y transmitir dicha señal en dicha banda de frecuencia; y en respuesta a la detección de que dicha banda de frecuencia que se está utilizando actualmente para transmitir señales, seleccionar el equipo de usuario que se determina que está situado lo suficientemente cerca de dicha estación base para recibir con éxito señales a un nivel de potencia por debajo de un nivel de potencia umbral predeterminado y programar la transmisión de señales a dicho nivel de potencia por debajo de dicho nivel de potencia umbral predeterminado a dicho equipo de usuario seleccionado.

Los inventores de la presente invención reconocieron que debido a las diferentes formas en que las redes celulares y no celulares programan la señalización, la coexistencia de las dos técnicas en un mismo ancho de banda de frecuencia puede ser problemática. Han abordado esto realizando una etapa adicional en la estación base antes de transmitir una señal en el ancho de banda, monitorizando para ver si está en uso. Esta monitorización permite que la estación base sea consciente del uso por parte de dispositivos no celulares tal como puntos de acceso Wi-Fi, y esto le permite controlar su propio uso con conocimiento del uso del ancho de banda por parte de la otra tecnología.

Además, los inventores reconocieron que la transmisión de señales por parte de los diferentes tipos de dispositivos se produce de forma asíncrona, de modo que un intervalo de tiempo para el inicio de una transmisión en la red celular no está necesariamente alineado con uno en la red no celular. Esto puede causar problemas, donde una estación base detecta que la banda de frecuencia no está en uso, pero no comienza a transmitir hasta que se inicia un intervalo de tiempo de transmisión celular. Mientras tanto, puede producirse un intervalo de tiempo para la transmisión en la red no celular y las transmisiones pueden haberse iniciado, de modo que a pesar de las etapas de detección anteriores pueden producirse colisiones. Con el fin de evitar o al menos reducir esto, además de detectar si la banda de frecuencia está actualmente en uso, se utiliza una etapa adicional para transmitir una señal de reserva para indicar a los dispositivos que se comunican a través de la red no celular que la banda de frecuencia no está disponible para su uso, ya que la estación base está utilizando o pretende utilizar la banda de frecuencia. A este respecto, la señal de reserva puede ser simplemente una señal en la banda de frecuencia de una potencia suficiente para activar la detección por parte de los dispositivos que escuchan señales antes de transmitir. En tal caso, la señal de reserva puede transmitirse continuamente antes del intervalo de tiempo para transmitir la señal celular o puede transmitirse dentro de un período de tiempo en el que los dispositivos están escuchando para ver si el canal está despejado. Alternativamente, la señal de reserva puede tener información que indique el tiempo durante el cual la estación base pretende transmitir una señal en la banda de frecuencia. A este respecto, puede imitar señales transmitidas por dispositivos que se comunican a través de la red no celular que puede comprender información de encabezado que indica las propiedades de las señales, tal como el tiempo durante el cual serán transmitidas. Los dispositivos que se comunican a través de la red no celular están configurados para poder leer y decodificar esta información y programar sus transmisiones en respuesta a la misma.

En algunos aspectos, dicha etapa de transmitir dicha siguiente transmisión de señal de dicha señal de reserva se realiza en un comienzo de un intervalo de tiempo programado que realiza dicha etapa de transmitir dicha señal.

Cuando la estación base detecta que no se está utilizando actualmente la banda de frecuencia, entonces la señal de reserva se utiliza en efecto para reservar esa banda de frecuencia hasta una hora de inicio de un intervalo de tiempo programado para la transmisión de señales. A este respecto, la señal de reserva puede ser simplemente una señal dentro de esa banda de frecuencia de una potencia suficiente para ser detectada por dispositivos que se comunican dentro de la red no celular o, alternativamente, puede incluir información sobre la transmisión posterior, como su hora de inicio y finalización. En cualquier caso, debería ser suficiente notificar a los dispositivos que transmiten utilizando la red no celular que la banda de frecuencia no está disponible actualmente para el uso que está utilizando la estación base.

En una técnica alternativa, el método comprende además detectar que dicha banda de frecuencia está siendo utilizada, detectar además una señal de acuse de recibo desde un equipo de usuario que indica que dicho equipo de usuario ha recibido datos desde uno de dichos puntos de acceso, realizándose dicha etapa de transmitir dicha señal de reserva durante un intervalo de tiempo predeterminado después de la detección de dicha señal de acuse de recibo y al comienzo de un intervalo de tiempo programado que realiza dicha etapa de transmisión de dicha señal.

Cuando la etapa de monitorización determina que la banda de frecuencia está en uso, a continuación, en otras técnicas el método continúa la monitorización hasta que detecta una señal de acuse de recibo desde un equipo de usuario que indica que el equipo de usuario ha recibido con éxito los datos de uno de los puntos de acceso. Esto indica que la transmisión de datos se ha completado y en respuesta a esta señal de acuse de recibo, los dispositivos que se comunican dentro de la red no celular monitorizarán el canal para ver si está libre para transmisiones posteriores. Por lo tanto, es en este punto que la estación base puede en efecto reservar la banda de frecuencia para una transmisión posterior transmitiendo la señal de reserva. De esta manera, se evita la colisión con una transmisión existente y la estación base notifica a los otros dispositivos que utilizará esta banda de frecuencia para la transmisión de la señal.

En algunos aspectos, dicha señal de reserva comprende un encabezado que comprende una indicación de un período de tiempo durante el cual dicha estación base se transmite en dicha banda de frecuencia.

Como se señaló anteriormente, la señal de reserva puede imitar señales enviadas por dispositivos dentro de la red no celular y puede incluir información que indique un período de tiempo durante el cual la estación base estará transmitiendo en la banda de frecuencia. Esto permite que otros dispositivos no utilicen esta banda de frecuencia hasta que se complete la transmisión.

En algunos aspectos, el procedimiento comprende programar la transmisión de dicha señal a un nivel de potencia de transmisión máximo para el equipo de usuario situado dentro de dicha célula.

Una vez que la banda de frecuencia ha sido reservada, entonces la señal puede transmitirse a una potencia de transmisión máxima, ya que no debe haber colisión, ya que la estación base ha notificado a otros dispositivos que

utilicen la banda de frecuencia y, por lo tanto, las señales pueden programarse para el equipo de usuario situado en cualquier lugar dentro de la célula, ya que la transmisión a este nivel de potencia debería permitirles recibir estas señales a los niveles de calidad de servicio requeridos.

5 En algunos aspectos, el método comprende la transmisión de dicha señal en dicha banda de frecuencia durante al menos un intervalo de tiempo de transmisión celular predeterminado.

Una vez que se ha determinado que la banda de frecuencia está disponible para ser utilizada por la estación base, la estación base transmitirá la señal en uno o más intervalos de tiempo de transmisión. En este sentido, el número de intervalos de tiempo que se reservarán dependerá de la cantidad de datos que deba transmitir, pero también se  
10 seleccionará de acuerdo con algún algoritmo de intercambio de recursos que permita a la estación base compartir los recursos del canal con los dispositivos de acceso no celular.

En algunos aspectos, dicha etapa de monitorización comprende la recepción de señales desde el equipo de usuario que proporciona información de actividad de la señal en dicha banda de frecuencia.

15 La monitorización de las señales se puede realizar mediante un dispositivo de monitorización en la propia estación base. Alternativamente y/o adicionalmente, puede realizarse en el equipo del usuario con el equipo del usuario transmitiendo señales a la estación base. En este sentido, el equipo del usuario monitoriza periódicamente la intensidad de las señales recibidas de otros dispositivos a medida que esta información se utiliza en las determinaciones de traspaso en un sistema celular. Por lo tanto, los equipos de usuario generalmente están configurados para transmitir este tipo de información y proporcionar señales adicionales relacionadas con la red no celular se puede hacer fácilmente y puede ser una fuente de información útil con respecto a las señales que se transmiten dentro de la banda de frecuencia.

25 En algunos aspectos, dicha etapa de monitorización comprende monitorizar al menos uno de un canal físico y un canal virtual.

Cuando se pueden monitorizar señales de monitorización dentro de la banda de frecuencia, las señales físicas, es decir, la intensidad de las señales de datos dentro de esa banda, son señales provenientes de equipos de usuario, puntos de acceso o estaciones base. Alternativamente y/o adicionalmente, el canal virtual puede ser monitorizado.

30 Este es el canal de control que comprende información de control tal como la presente en los datos del encabezado dentro de las señales y proporciona información con respecto a cosas tales como la longitud de tiempo que se transmite la señal, la potencia de la señal de transmisión y la identidad del dispositivo de transmisión, por ejemplo.

En algunos aspectos en los que la estación base determina que la banda de frecuencia actualmente está siendo utilizada por dispositivos no celulares, entonces puede programar señales a equipos de usuario cercanos y transmitirlos a un nivel de potencia por debajo de un nivel de potencia umbral predeterminado. A este respecto, puede seleccionar este nivel de potencia de manera que no interfiera con las transmisiones dentro de la red no celular y puede seleccionar el equipo de usuario al que se transmiten las señales en función de este nivel de potencia.

40 En algunos aspectos, el método comprende además determinar pérdidas de trayectoria para las señales que viajan entre dicha estación base y un transceptor más cercano que opera en la red de comunicación no celular; y establecer dicho nivel de potencia de umbral predeterminado en función de dichas pérdidas de trayectoria determinadas, de modo que una señal transmitida a una potencia por debajo de dicha potencia umbral predeterminada sea inferior a un valor suficiente para activar un detector de señales que detecte señales dentro de dicha banda de frecuencias en dicho transceptor no celular más cercano.

Un transceptor más cercano es en efecto la fuente interferente más cercana o interferente potencial y puede ser el dispositivo de punto de acceso o un equipo de usuario que se comunica con el punto de acceso. Para determinar una potencia umbral adecuada, se determinan las pérdidas de trayectoria para señales que viajan entre la estación base y el transceptor más cercano y el nivel de potencia umbral se establece en función de estas pérdidas determinadas de trayectoria de potencia. En efecto, este nivel se establece de tal manera que una señal transmitida a este nivel de potencia estará por debajo de un valor suficiente para activar un detector de señal cuando llegue al transceptor más cercano. En este sentido, los transceptores que operan en la red de comunicación no celular tendrán detectores para detectar otras señales dentro de la banda de frecuencia, que se utilizan para detectar y tratar de evitar colisiones.

55 Cuando un dispositivo no celular detecta una transmisión en colisión, retrocederá y no transmitirá señales en el canal para aumentar el tiempo cada vez que se detecte una colisión. Por lo tanto, cuando la estación base transmite señales a un nivel por debajo de este nivel de detección, entonces estas señales no afectarán la transmisión de señales por parte de los dispositivos que se comunican a través de la red no celular y los problemas que pueden surgir debido al retroceso prolongado de las comunicaciones celulares que puedan surgir debido a la coexistencia de los dispositivos celulares y no celulares se evitarán o al menos se reducirán. En este sentido, dado que el equipo de usuario cercano puede recibir servicio a los niveles de potencia más bajos, cuando la estación base está transmitiendo a la potencia máxima, habiendo indicado su intención a los dispositivos no celulares para usar la banda de frecuencia compartida, entonces puede ser ventajoso programar el equipo de usuario situado lejos de la estación base, con preferencia a los situados en las cercanías, que pueden recibir servicio incluso cuando la estación base no recibe un uso exclusivo de  
60 la banda de frecuencia.  
65

En algunos aspectos, dicha etapa de determinar dichas pérdidas de trayectoria comprende detectar un nivel de potencia de una señal recibida desde dicho transceptor no celular más cercano en dicha estación base y comparar dicho nivel de potencia con un valor estimado de dicho nivel de potencia recibida de transmisión de señal.

5 Para determinar las pérdidas de trayectoria, el nivel de potencia de una señal recibida desde el transceptor más cercano debe compararse con el nivel de potencia que se estima que la señal transmite. Este valor estimado puede comprender uno de un nivel de potencia máximo determinado de transmisión de dicho transceptor y un nivel de potencia de transmisión de dicho transceptor indicado en datos de encabezado de una señal recibida desde dicho transceptor.

10 A este respecto, el nivel de potencia de transmisión podría ser conocido a partir de la información en los datos de encabezado de la señal recibida; y cuando esto no se sepa, se puede asumir el nivel máximo de potencia de transmisión del transceptor. En este sentido, la estación base puede actualizar la potencia que utiliza para la transmisión de sus señales al detectar si hay colisiones y aumentar o disminuir los niveles de potencia en consecuencia. A este respecto, la estación base indicaría una colisión que detectaría un dispositivo no celular que se alejaba de cualquier transmisión que estuviera realizando.

15 En algunos aspectos, dicha etapa de determinar dichas pérdidas de trayectoria comprende recibir señales de equipo de usuario que indican la potencia de señal recibida de las señales transmitidas por dicho transceptor más cercano que opera en la red de comunicación no celular.

20 Las pérdidas de trayectoria también pueden determinarse utilizando señales recibidas desde el equipo del usuario que indican las potencias de las señales transmitidas por diferentes dispositivos en sus proximidades. Estos pueden usarse además de las señales detectadas en la estación base o pueden usarse como una alternativa para estas señales.

25 Un segundo aspecto de la presente invención proporciona un programa informático que cuando se ejecuta mediante un ordenador es operable para controlar el ordenador para realizar un método de acuerdo con un primer aspecto de la presente invención.

30 Un tercer aspecto de la presente invención proporciona una estación base que proporciona cobertura de radio dentro de una célula de una red de comunicación inalámbrica celular, comprendiendo dicha estación base: un monitor configurado para monitorizar una banda de frecuencia utilizada por al menos un punto de acceso situado dentro de dicha célula y que soporta comunicación inalámbrica no celular, para determinar si dicha banda de frecuencia se está utilizando actualmente para transmitir señales; un transmisor configurado en respuesta a la detección de que dicha banda de frecuencia está actualmente inactiva para transmitir una señal de reserva en dicha banda de frecuencia, proporcionando dicha señal de reserva una indicación a dicho al menos un punto de acceso de que dicha banda de frecuencia no está disponible para su uso y después de la transmisión de dicha señal de reserva para transmitir dicha señal en dicha banda de frecuencia, y en respuesta a la detección de que dicha banda de frecuencia se está utilizando actualmente, para seleccionar el equipo de usuario que se determina que se encuentra lo suficientemente cerca de dicha estación base para recibir con éxito señales a dicho nivel de potencia por debajo de un nivel de potencia de umbral predeterminado y para transmitir señales a dicho nivel de potencia por debajo de dicho nivel de potencia de umbral predeterminado a dicho equipo de usuario cercano determinado.

35 Otros aspectos particulares y preferidos se establecen en las reivindicaciones independientes y dependientes adjuntas. Las características de las reivindicaciones dependientes se pueden combinar con las características de las reivindicaciones independientes, según corresponda, y en combinaciones distintas de las establecidas explícitamente en las reivindicaciones.

40 Cuando una característica de aparato se describe como siendo operable para proporcionar una función, se apreciará que esta incluye una función de aparato que proporciona esa función o que está adaptada o configurada para proporcionar dicha función.

#### **Breve descripción de los dibujos**

45 Ahora se describirán realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 55 La figura 1 ilustra un diagrama de flujo que muestra las etapas en un método de acuerdo con una realización;
- La figura 2 muestra un nodo de red celular y un nodo Wi-Fi de acuerdo con una realización;
- La figura 3 muestra esquemáticamente el nodo de la red celular de la figura 2 que monitoriza las señales en la banda de frecuencia compartida;
- 60 La figura 4 muestra esquemáticamente los tiempos de las señales transmitidas por el equipo del usuario, el nodo Wi-Fi y el nodo de red celular de las figuras 2 y 3; y
- La figura 5 muestra esquemáticamente el nodo de red celular que transmite señales de baja potencia a un equipo de usuario cercano de acuerdo con una realización.

#### **Descripción de las realizaciones**

65 Antes de discutir las realizaciones con mayor detalle, primero se proporcionará una visión general.

5 Cuando los nodos LTE y Wi-Fi están desplegados en la misma banda de frecuencia, los nodos Wi-Fi tienden a permanecer en modo de escucha al recibir interferencias de la red LTE, a la espera de una oportunidad de acceso al canal. Los resultados de la simulación han demostrado que, cuando coexisten con nodos LTE, los nodos Wi-Fi en un escenario interior típico pasan al menos el 96 % del tiempo en el modo de audición debido a interferencia inter-RAT (tecnología de acceso de radio). Esto degrada significativamente el rendimiento del Wi-Fi.

10 A este respecto, las redes celulares, tales como redes LTE (evolución a largo plazo) proporcionan al equipo de usuario UE con la cobertura de radio en las células utilizando los nodos de red o estaciones base. Un equipo de usuario que se mueva entre células tendrá su conexión a la red transferida a una nueva estación base. Se han ideado varias técnicas para reducir la interferencia entre las señales transmitidas a diferentes dispositivos dentro de la célula, tal como la programación inteligente de señales a los diferentes dispositivos por parte de las estaciones base y el uso de multiplexación por división de frecuencia de las señales.

15 La comunicación inalámbrica utilizando redes no celulares donde los puntos de acceso, tales como nodos Wi-Fi, brindan cobertura de radio al equipo del usuario, utilizan diferentes técnicas a las redes celulares para reducir la interferencia. Estos puntos de acceso utilizan la escucha antes de transmitir métodos para detectar si una banda de frecuencia o un canal que desean usar está disponible actualmente antes de transmitir una señal en esta banda. Por lo tanto, el evitar la colisión de la señal se gestiona de manera diferente en estas dos tecnologías diferentes.

20 La coexistencia de estaciones base celulares que utilizan la misma banda de frecuencia que los puntos de acceso no celulares puede, por lo tanto, conducir a una colisión, a menos que se utilicen técnicas compatibles de prevención de colisiones.

25 Se han propuesto diferentes soluciones para mejorar la coexistencia de LTE y Wi-Fi. Estos métodos se basan principalmente en sacrificar algunos recursos en la red LTE para mitigar la interferencia de LTE en la red Wi-Fi y luego permitir las transmisiones Wi-Fi.

30 Dos soluciones de ejemplo propuestas al problema son:

**Solución basada en subtramas en blanco LTE:**

35 En este ejemplo, se propone una versión modificada de ABS (subtramas casi en blanco) para permitir la coexistencia de Wi-Fi. Esta versión modificada no incluye señales de referencia, lo que resulta en una subtrama silenciosa. Dado que esta modificación está destinada a nuevas bandas de frecuencia, se supone que las señales de referencia no son necesarias para el soporte heredado. Durante las subtramas silenciosas, a las que se hace referencia aquí como subtramas en blanco, los nodos Wi-Fi detectan la vacante del canal, ya que la energía del canal está por debajo del umbral y, por lo tanto, pueden transmitir. De esta manera, se reduce la dominancia de LTE sobre el espectro disponible. La desventaja de las redes LTE es la pérdida de recursos de tiempo, que inevitablemente disminuye el rendimiento por usuario.

**Solución basada en el control de potencia UL:**

45 En este ejemplo, se propone el uso de control de potencia LTE UL (enlace ascendente) para mejorar la coexistencia de LTE y Wi-Fi. Con la introducción de un factor adicional al control de potencia LTE UL convencional, se realiza una disminución controlada de la potencia de transmisión LTE UL basada en las mediciones de interferencia, y esto brinda la oportunidad para las transmisiones Wi-Fi. El control de potencia LTE UL propuesto con punto de operación de potencia sensible a la interferencia es una herramienta flexible para lidiar con el compromiso entre los rendimientos de LTE y Wi-Fi, ya que puede configurar diferentes configuraciones de coexistencia de LTE y Wi-Fi con la opción de un parámetro único. Los resultados de la simulación muestran que el enfoque propuesto puede proporcionar un rendimiento similar o mejor para las redes LTE y Wi-Fi que el mecanismo de prevención de interferencias propuesto anteriormente.

55 Sería deseable permitir la coexistencia de LTE-U y Wi-Fi, mientras se maximiza o por lo menos se aumenta la reutilización espacial del espectro.

60 Con este fin, las realizaciones emplean técnicas de escucha en la estación base celular de tal manera que se monitoriza la banda de frecuencia compartida antes de la estación base que transmite señales en la misma. Si se detectan señales dentro de la banda de frecuencia, la estación base transmitirá señales a una potencia reducida para no interferir con la transmisión de dispositivos vecinos que se transmiten en la red no celular, o indicará a los dispositivos no celulares, en un tiempo adecuado, que está utilizando actualmente, o pretende utilizar la banda de frecuencia. En este sentido, como la estación base controla el uso de la banda de frecuencia, puede controlar su uso de la banda de frecuencia y, por lo tanto, controlar la degradación del rendimiento no celular que puede causar su uso.

65 El método se ejecuta independientemente en cada nodo LTE-U (espectro sin licencia de evolución a largo plazo), y tiene como un objetivo primario evitar o al menos reducir las colisiones de paquetes que pueden generar un retroceso

exponencial en los nodos Wi-Fi. Un retroceso exponencial excesivo en un nodo Wi-Fi hará que el nodo Wi-Fi no pueda aprovechar las oportunidades potenciales de programación que brinda la red LTE-U a la red Wi-Fi a corto plazo. Por lo tanto, los nodos LTE-U necesitan transmitir cuando los nodos Wi-Fi no están transmitiendo para evitar este retroceso exponencial en los nodos Wi-Fi y permitir un sistema reactivo con nodos Wi-Fi capaces de beneficiarse de cualquier oportunidad de transmisión. En este sentido, si se produce una colisión cuando un nodo Wi-Fi está transmitiendo, retrocederá y no transmitirá ni detectará la banda nuevamente durante un cierto tiempo, si esto se produce repetidamente, el tiempo de retroceso aumenta de manera exponencial, lo que tiene un efecto dramático en el rendimiento del Wi-Fi.

Para conseguir el objetivo secundario y maximizar o al menos aumentar la reutilización espacial, el nodo LTE-U programará subtramas casi en blanco de baja potencia (LP-ABSS) mientras los nodos Wi-Fi transmiten sus paquetes. La potencia de transmisión de los LP-ABS se sintoniza de manera tal que cualquier transmisión de nodo LTE-U no active el mecanismo de detección de energía de detección de portadoras en el nodo Wi-Fi. Se requiere la estimación de las pérdidas de trayectoria entre el nodo LTE-U y los nodos Wi-Fi más cercanos para llevar a cabo esta operación. Esta información se puede recopilar a través del tiempo utilizando las capacidades de rastreo de Wi-Fi en el nodo LTE-U. Las mediciones de LTE-U UE también pueden usarse para obtener esta información de pérdida de trayectoria, pero pueden requerir una estandarización.

Se propone dotar a cada nodo LTE-U con una capacidad Wi-Fi. La detección de portador a través de esta capacidad Wi-Fi en el nodo LTE-U permite que el nodo transmita una trama normal si el canal está inactivo, o un LP-ABS si el canal está ocupado. Opcionalmente, estas mediciones de detección de portador para detectar el estado del canal también pueden ser asistidas por informes de UE LTE-U, que pueden requerir estandarización.

Es importante señalar que los sistemas LTE-U y Wi-Fi son asíncronos. Por lo tanto, cuando el nodo LTE-U decide transmitir una trama normal (canal inactivo detectado a través de la detección de portador física o virtual), y en el período entre el momento en que se toma la decisión hasta el inicio de un nuevo intervalo de subtrama, proponemos que el nodo LTE-U transmita una señal de reserva de canal. Dado que esta señal se transmite cuando el canal está inactivo o cuando una trama WiFi acaba de finalizar, evita o al menos impide que los nodos Wi-Fi intenten acceder al canal y no los hace retroceder, ya que están en DIFS (espacio entre tramas distribuido), que es el período de tiempo durante el cual un dispositivo detecta si la banda de frecuencia es libre o no. La potencia de transmisión de esta señal de reserva de canal debe sintonizarse de manera que active el mecanismo de detección de energía de detección de portador en los nodos Wi-Fi.

Las diferentes etapas de este procedimiento se resumen en la figura 1, y que proporcionan una gran reducción de la interferencia que permite la coexistencia entre redes LTE y Wi-Fi, y reduce el desperdicio de recursos puesto que los recursos no necesitan ser en blanco.

La figura 1 muestra un diagrama de flujo que ilustra las etapas realizadas en una estación base que comparte una banda de frecuencia con dispositivos Wi-Fi. El método comienza con la detección de portador del canal compartido en la estación base o el nodo LTE-U (espectro sin licencia de evolución a largo plazo). Esto es para determinar si esta banda de frecuencia está siendo utilizada actualmente por alguno de los dispositivos Wi-Fi. Esta detección de portador también y/o alternativamente se puede realizar en el equipo del usuario e informar a la estación base. La estación base puede determinar el estado del canal a partir de la información recibida durante esta detección de portador; es decir, si está ocupado o inactivo.

Si está ocupado, es decir, está siendo utilizado actualmente por los dispositivos Wi-Fi, entonces determinará si el tiempo de prioridad de Wi-Fi ha transcurrido. A este respecto, la estación base celular está configurada para programar de manera inteligente sus transmisiones y puede configurarse para controlar la compartición del recurso del canal, de manera que pueda asignar períodos durante los cuales las comunicaciones no celulares tienen prioridad. Si uno de estos períodos está pendiente, la estación base ajustará su potencia de transmisión a un valor bajo para evitar la colisión con las comunicaciones no celulares y programará la transmisión al equipo del usuario que puede recibir señales a esta baja potencia de transmisión, es decir, el equipo del usuario situado cerca de la estación base.

A continuación, transmitirá una subtrama para estos equipos de usuario. A este respecto, para determinar el valor de esta baja potencia de transmisión, la estación base habrá determinado la pérdida de la trayectoria hacia el dispositivo de transmisión Wi-Fi más cercano, de modo que pueda determinar la diferencia de potencia entre la señal transmitida y la señal cuando llega a este dispositivo. Luego, puede configurar la potencia de transmisión de tal manera que la señal cuando llegue al dispositivo no tenga la potencia suficiente para activar cualquier dispositivo de detección de portador en ese dispositivo, lo que podría causar colisiones y el dispositivo Wi-Fi se desactivará. Una vez que haya transmitido una subtrama, volverá a la detección de portador.

Si el tiempo de prioridad de Wi-Fi ha transcurrido, entonces la estación base puede decidir usar los propios recursos y transmitirá una señal de reserva tal que en el siguiente momento de detección los dispositivos Wi-Fi que detectan periódicamente durante un tiempo predeterminado para determinar si el canal está o no libre para su uso, detectarán que no es libre, ya que detectarán la señal de reserva enviada por la estación base.

Esta señal de reserva también será transmitida por la estación base si detecta que el estado del canal está inactivo. En este sentido, cuando se detecta que el estado del canal está inactivo, ya que la estación base no está sincronizada con los dispositivos Wi-Fi, no comenzará a transmitir hasta el inicio de un intervalo de tiempo para sus transmisiones y para este momento, los dispositivos Wi-Fi pueden haber comenzado a transmitir por sí mismos, a menos que la

5 estación base haya transmitido esta señal de reserva que indica a los dispositivos Wi-Fi que está reservando los recursos. En este sentido, la señal de reserva puede ser simplemente una señal de una potencia suficiente para que los dispositivos Wi-Fi la detecten y reconozcan que el canal está en uso o puede ser una señal con información en el dispositivo de encabezado que indica la cantidad de tiempo que la estación base planea usar el canal.

10 Después de la transmisión de esta señal de reserva, la estación base puede planificar transmisiones al equipo de usuario dentro de la célula usando su potencia de transmisión habitual, dentro de los intervalos de tiempo que se determinen que pueden utilizar la banda de frecuencia, lo que permitirá la coexistencia con las comunicaciones Wi-Fi.

15 La figura 2 muestra un escenario de ejemplo compuesto por 1 nodo LTE y 1 nodo Wi-Fi en una empresa o entorno empresarial. Estos dos nodos reutilizan la misma banda de frecuencia y se ubican en diferentes posiciones geográficas dentro de la empresa (que es un sitio con varios usuarios, tal como un hotel, un centro comercial o de conferencias, o un aeropuerto) con cobertura superpuesta. El nodo LTE está sirviendo a 4 UE, mientras que el nodo Wi-Fi está sirviendo a 2 UE. Cada UE tiene un determinado tráfico DL (enlace descendente) y UL, y los paquetes resultantes se almacenan en sus respectivas memorias intermedias de tráfico DL y UL. Por motivos de cooperación, el nodo LTE

20 está configurado para evaluar el nodo Wi-Fi en modo UE (es decir, el nodo LTE conoce el ESSID (identificador de conjunto de servicio extendido) y la contraseña del nodo Wi-Fi.

Usando el escenario presentado, se explican las diferentes etapas del método propuesto resumidas en la figura 1:

#### 25 **Detección de portador en el nodo LTE-U**

La figura 3 muestra esquemáticamente cómo un nodo LTE detecta las tramas Wi-Fi y, por lo tanto, determina si la banda de frecuencia compartida está inactiva u ocupada. En este sentido, hay un dispositivo de detección o monitorización en el nodo LTE que monitoriza la banda de frecuencia que se compartirá y determina si los nodos Wi-Fi

30 están transmitiendo en este dispositivo. Por lo tanto, las tramas Wi-Fi transmitidas por el equipo de usuario de Wi-Fi o por el propio nodo Wi-Fi se pueden detectar en este dispositivo e indicar que la banda de frecuencia se está utilizando actualmente.

Con respecto a la detección en el nodo LTE-U, está equipado con una capacidad Wi-Fi capaz de realizar el procedimiento de detección de portador estándar Wi-Fi. Este procedimiento de detección de portador comprende la detección de portador físico y la detección de portador virtual (ver la figura 1). A través de la detección de portador físico, el nodo LTE-U puede saber si otros equipos Wi-Fi están utilizando el canal en un momento determinado. A través de la detección de portador virtual, el nodo LTE-U puede saber durante cuánto tiempo estará ocupado el canal por la transmisión de una transmisión Wi-Fi específica.

40 Usando esta capacidad, el nodo LTE-U puede seleccionar solo transmitir a potencias más altas cuando el canal está inactivo. De esta manera, el nodo LTE-U 'coopera' con los nodos Wi-Fi en el sentido de que no bloquea las transmisiones Wi-Fi en curso y, por lo tanto, no genera la necesidad de retransmisión de paquetes y retroceso exponencial. Un retroceso continuo de un nodo Wi-Fi puede resultar en un tiempo de retroceso de hasta 1023

45 intervalos Wi-Fi, alrededor de 9,207 ms o, de manera equivalente, 9 tramas LTE-U, lo que haría que el nodo Wi-Fi no pueda tomar cualquier oportunidad de transmisión a corto plazo, es decir, < 10 ms. Por lo tanto, consideramos esta capacidad de 'escuchar antes de hablar' en la tecla de nodo LTE-U para una coexistencia exitosa de LTE-U y Wi-Fi.

Es importante señalar que esta detección de portador se realiza en el nodo LTE-U, ya que es el lugar donde reside la capacidad Wi-Fi. Las estimaciones del estado del canal podrían mejorarse aún más si también se realizan en los UE LTE-U. Los UE LTE-U equipados con una capacidad Wi-Fi pueden realizar la detección de portador e informar de valores significativos al nodo LTE-U de servicio. Por ejemplo, durante cuánto tiempo se ocupará el canal en las proximidades del UE LTE-U dado. Este informe requeriría un procedimiento estandarizado entre el nodo LTE-U y el UE LTE-U, y por lo tanto es una mejora opcional.

#### 55 **Acción a realizar si el canal está inactivo (señal de reserva de canal)**

La capacidad Wi-Fi en el nodo LTE-U puede percibir que el canal está inactivo y por lo tanto el nodo LTE-U puede asumir que el canal está listo para la transmisión. Sin embargo, debido a que las redes LTE-U y Wi-Fi son asíncronas, es decir, tienen intervalos de tiempo de una manera diferente, puede suceder que desde el momento en que el canal se evaluó inactivo hasta el momento en que comienza el intervalo de subtrama LTE-U, el canal puede volver a estar ocupado por alguna otra transmisión Wi-Fi. Para asegurarnos de que el nodo LTE-U gana el canal en el momento en que comienza el intervalo de la trama auxiliar LTE-U y evitar posibles colisiones que pueden hacer que los nodos Wi-Fi inicien un retroceso exponencial, proponemos que tan pronto como la decisión de transmitir se ha realizado, el nodo

60 LTE-U transmita una señal de reserva de canal. Esta señal de reserva de canal será detectada por los otros nodos Wi-Fi y retirarán cualquier intento de acceso al canal (consultar la figura 4). Es importante tener en cuenta que la



decisión de transmitir se toma cuando el procedimiento de detección de portador físico estima que el canal está inactivo y/o cuando el procedimiento de detección del portador virtual determina que la transmisión de cualquier trama Wi-Fi en curso ha finalizado. Dado que la transmisión de la señal de reserva de canal tiene en cuenta el procedimiento de detección virtual, esta señal de reserva de canal no choca con ninguna trama Wi-Fi.

5 La figura 4 muestra cómo se transmite la señal de reserva de canal después del ACK UE Wi-Fi. El tiempo para la transmisión de la señal de referencia de reserva se recuperó del procedimiento de detección del portador virtual. Ya que después del final de una trama Wi-Fi todos los nodos Wi-Fi escuchan el canal durante un tiempo DIFS, y porque la señal de reserva de canal se transmite mientras los nodos Wi-Fi están en modo DIFS, no se generarán colisiones en ningún nodo Wi-Fi y LTE-U puede ganar el canal de manera "limpia". La potencia de esta señal de reserva de canal debe configurarse de manera que pueda ser recibida por todos los nodos Wi-Fi vecinos.

15 Mediante el uso de esta señal de reserva de canal, el nodo LTE-U impondrá su voluntad de transmitir y cualquier nodo WiFi se retirará de la transmisión, tan pronto como se detecta la señal de reserva. Por lo tanto, el nodo LTE-U no debe abusar de esta señal de referencia de reserva y solo utilizarla para reforzar el tiempo óptimo de intercambio de canales entre las redes LTE-U y WiFi. El cálculo de este tiempo óptimo para compartir el canal no se discute aquí.

20 Una vez que el nodo LTE-U gana el canal mediante el uso de la señal de reserva de canal, que puede transmitir una subtrama normal a potencia nominal y realizar la programación estándar, teniendo en cuenta la totalidad de su grupo de UE LTE-U conectados - operación estándar. El nodo LTE-U debe dejar de usar el canal una vez que no tenga más datos para transmitir o haya ocupado el canal durante un tiempo adecuado de acuerdo con su tiempo de uso compartido de canal óptimo o preferido entre las redes LTE-U y WiFi.

25 La figura 5 muestra esquemáticamente la naturaleza asincrónica de las transmisiones Wi-Fi LTE. También muestra cómo se calcula el nivel de potencia por debajo de la potencia de las transmisiones de subtrama casi en blanco y cómo está programado para el equipo del usuario cercano. Por lo tanto, la estación base determinará las pérdidas de trayectoria hacia el nodo Wi-Fi más cercano, que en este caso es un equipo de usuario que transmite a un punto de acceso Wi-Fi y establecerá su potencia de transmisión como un valor que no causará colisión en este nodo. Luego puede determinar a qué equipo de usuario dentro de la célula puede transmitir con éxito a esta potencia y programará las transmisiones a esta potencia a estos equipos de usuario. Esto se muestran dentro del círculo en la figura 5.

#### **Acción a realizar si el canal está ocupado (LP-ABS)**

35 La capacidad Wi-Fi en el nodo LTE-U puede percibir que el canal está ocupado y en este caso el nodo LTE-U puede asumir que el canal está listo para la transmisión solo en circunstancias especiales, es decir, el nodo LTE-U debe transmitir con una potencia de transmisión reducida, de manera que no cree colisiones en ningún nodo Wi-Fi. Para hacerlo, proponemos que el nodo LTE-U aprenda la pérdida de trayectoria hacia los nodos Wi-Fi vecinos, estima la potencia de transmisión requerida de tal manera que se eviten las colisiones en el nodo Wi-Fi más cercano y luego programe los UE LTE-U que están al alcance de dicha potencia de transmisión en los LP-ABS resultantes.

40 La pérdida de trayectoria o de ganancia de canal entre el nodo LTE-U y un nodo Wi-Fi pueden ser aprendidas a través del tiempo debido a la naturaleza estática de los nodos Wi-Fi. Los nodos Wi-Fi suelen ser interiores y su movilidad es baja o nula. Por lo tanto, la capacidad Wi-Fi en el nodo LTE-U puede decodificar las tramas Wi-Fi y estimar tales ganancias de canal. Estas ganancias de canal pueden calcularse como la diferencia entre la potencia recibida y la potencia de transmisión de un símbolo Wi-Fi válido, y estas mediciones pueden promediarse a lo largo del tiempo para lograr estimaciones fiables. La dirección MAC (control de acceso al medio) del nodo Wi-Fi de origen en el encabezado MAC de la trama Wi-Fi ayuda a identificar el ID del nodo Wi-Fi que transmite. La potencia recibida de un símbolo Wi-Fi en el nodo LTE-U se puede calcular utilizando procedimientos estándar proporcionados por la capacidad Wi-Fi. La potencia de transmisión de un nodo Wi-Fi puede ser difícil de evaluar y solo puede conocerse a través de interfaces propietarias al nodo Wi-Fi. En este sentido, las regulaciones de la FCC (comisión federal de comunicaciones) otorgan la mayor EIRP (potencia radiactiva isotrópica efectiva) máxima permitida y la limita a 1 W. Pero eso no significa que todos los nodos transmitirán a ese nivel, y definitivamente no los UE debido a problemas con la batería. 1 W también es muy alto para un AP (punto de acceso) interior típico. Las potencias de transmisión típicas de los puntos de acceso Wi-Fi son alrededor de 100-250 mW, y los puntos de acceso Wi-Fi de las empresas también permiten que sus potencias de transmisión se ajusten para habilitar implementaciones "planificadas por célula".

Como resultado de ello, se propone la estandarización de un campo alojado en algunas tramas Wi-Fi que indican la potencia de transmisión del nodo Wi-Fi. Si dicha información no existe, el nodo LTE-U aún puede configurar su potencia de transmisión en los LP-ABS a un valor calculado, asumiendo que el nodo Wi-Fi está transmitiendo a la potencia de transmisión máxima permitida para la banda, verificar si hay una colisión se ha producido en el canal (el nodo Wi-Fi deja de transmitir) y luego aumenta/disminuye su potencia de transmisión en consecuencia. Este procedimiento puede llevarse a cabo a través del tiempo, ya que la potencia de transmisión de los nodos Wi-Fi no cambia a menudo debido a su naturaleza estática. El LTE-U detecta una colisión de paquetes al transmitir un paquete, mientras el nodo Wi-Fi está transmitiendo un paquete y luego mide el canal para verificar si el nodo Wi-Fi ha retrocedido o continúa transmitiendo. El sistema puede permitirse perder algunas tramas Wi-Fi en esta etapa de aprendizaje para una coexistencia mejorada de LTE-U y Wi-Fi.

Alternativamente, en lugar de establecer las potencias de transmisión en los LP-ABS arbitrariamente, el nodo LTE-U puede estimar la pérdida de trayectoria entre sí y sus UE a través de mecanismos disponibles en el procedimiento de control de potencia UL. Por lo tanto, el nodo LTE-U puede estimar los niveles mínimos de potencia de transmisión durante los LP-ABS que debe usar para servir al UE con la menor pérdida de trayectoria en su nivel requerido de calidad de servicio (QoS). Si esto no resulta en una colisión con el nodo Wi-Fi, entonces el nodo LTE-U aumenta su potencia para servir al UE con la segunda pérdida de trayectoria más baja, y así sucesivamente. Esta etapa se repite y el nodo LTE-U puede aumentar gradualmente su potencia de transmisión hasta un límite máximo definido para LP-ABS o hasta que se produzcan colisiones con el nodo Wi-Fi.

Una vez se establece la potencia de transmisión de LP-ABS, el nodo LTE-U puede operar como una BS (estación base) LTE que operaría en una LP-ABS (subtrama casi en blanco de baja potencia), la programación de los UE LTE-U del centro de la célula que están cerca del nodo y, por lo tanto, requieren bajas potencias de transmisión para llevar con éxito sus transmisiones.

Tan pronto como el canal se detecta inactivo por la capacidad Wi-Fi en el nodo LTE-U, puede dejar de transmitir LP-ABS y comenzar a transmitir subtramas normales. Este procedimiento fue descrito en la sección anterior.

Un experto en la técnica reconocería fácilmente que las etapas de diversos procedimientos descritos anteriormente pueden realizarse mediante ordenadores programados. En el presente documento, algunas realizaciones también están pensadas para cubrir dispositivos de almacenamiento de programas, por ejemplo, medios de almacenamiento de datos digitales, que son legibles por máquina o por ordenador y codifican programas de instrucciones ejecutables por máquina o ejecutables por ordenador, en el que dichas instrucciones realizan algunas o todas las etapas de dichos procedimientos descritos anteriormente. Los dispositivos de almacenamiento de programas pueden ser, por ejemplo, memorias digitales, medios de almacenamiento magnéticos tales como discos magnéticos y cintas magnéticas, discos duros o medios de almacenamiento de datos digitales legibles ópticamente. Las realizaciones también están pensadas para cubrir ordenadores programados para realizar dichas etapas de los procedimientos descritos anteriormente.

Las funciones de los diversos elementos mostrados en las figuras, incluyendo cualesquiera bloques funcionales etiquetados como "procesadores" o "lógica", se pueden proporcionar mediante el uso de hardware dedicado, así como hardware capaz de ejecutar software en asociación con software apropiado. Cuando se proporciona mediante un procesador, las funciones pueden proporcionarse mediante un único procesador dedicado, mediante un único procesador compartido, o mediante una pluralidad de procesadores individuales, algunos de los cuales pueden compartirse. Por otra parte, el uso explícito del término "procesador" o "controlador" o "lógica" no debe interpretarse para referirse exclusivamente a hardware capaz de ejecutar software, y puede incluir implícitamente, sin limitación, hardware de procesador de señal digital (DSP), procesador de red, circuito integrado de aplicaciones específicas (ASIC), matriz de puerta programable de campo (FPGA), memoria de sólo lectura (ROM) para almacenar software, memoria de acceso aleatorio (RAM), y almacenamiento no volátil. Otras piezas de hardware, convencionales y/o personalizadas, también pueden incluirse. Del mismo modo, todos los interruptores que se muestran en las figuras son solo conceptuales. Su función puede realizarse a través de la operación de la lógica del programa, a través de la lógica dedicada, a través de la interacción del control del programa y la lógica dedicada, o incluso manualmente, seleccionándose la técnica particular por el implementador como se entiende más específicamente desde el contexto. Se debe apreciar por los expertos en la técnica que cualquier diagrama de bloques en el presente documento representa vistas conceptuales de circuitos ilustrativos que incorpora los principios de la invención. De manera similar, se apreciará que cualesquiera esquemas de flujo, diagramas de flujo, diagramas de transición de estados, pseudocódigo, y similares representan diversos procesos que pueden estar representados sustancialmente en un medio legible por ordenador y así ejecutados por un ordenador o procesador, si se muestra explícitamente este ordenador o procesador, o no.

La descripción y los dibujos ilustran meramente los principios de la invención. Por lo tanto, se apreciará que los expertos en la técnica podrán idear diversas disposiciones que, aunque no se describen o muestran explícitamente en este documento, incorporan los principios de la invención y se incluyen dentro de su alcance. Además, todos los ejemplos que se citan en este documento están destinados principalmente a fines pedagógicos para ayudar al lector a comprender los principios de la invención y los conceptos aportados por el(los) inventor(es) para promover la técnica, y deben interpretarse como sin limitación a tales ejemplos y condiciones específicamente recitadas. Además, todas las declaraciones en el presente documento que recitan principios, aspectos y realizaciones de la invención, así como sus ejemplos específicos, pretenden abarcar sus equivalentes.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método realizado en una estación base que proporciona cobertura de radio dentro de una célula de una red de comunicación inalámbrica celular, comprendiendo dicho método:
- 5 antes de transmitir una señal dentro de una banda de frecuencia utilizada por al menos un punto de acceso situado dentro de dicha célula y soportar comunicación inalámbrica no celular, monitorizar para determinar si dicha banda de frecuencia se está utilizando actualmente para transmitir señales;
- 10 en respuesta a la detección de que dicha banda de frecuencia está actualmente inactiva, transmitir una señal de reserva en dicha banda de frecuencia, indicando dicha señal de reserva a dicho al menos un punto de acceso que dicha banda de frecuencia no está disponible para su uso; y
- 15 transmitir dicha señal en dicha banda de frecuencia; y
- en respuesta a la detección de que dicha banda de frecuencia se está utilizando actualmente para transmitir señales, seleccionar un equipo de usuario que se determina que se encuentra lo suficientemente cerca de dicha estación base para recibir con éxito señales a un nivel de potencia por debajo de un nivel de potencia umbral predeterminado y programar la transmisión de señales a dicho nivel de potencia por debajo de dicho nivel de potencia umbral predeterminado a dicho equipo de usuario seleccionado.
2. Un método según la reivindicación 1, en el que dicha etapa de transmitir dicha señal después de la transmisión de dicha señal de reserva se realiza al comienzo de un intervalo de tiempo programado.
3. Un método según cualquier reivindicación anterior, en el que dicha señal de reserva comprende un encabezado que comprende una indicación de un período de tiempo durante el cual dicha estación base va a transmitir en dicha banda de frecuencia.
- 25 4. Un método según cualquier reivindicación anterior, en el que dicha etapa de transmitir dicha señal en dicha banda de frecuencia realizada después de transmitir dicha señal de reserva comprende programar la transmisión de dicha señal a un nivel de potencia de transmisión máximo al equipo de usuario situado dentro de dicha célula.
- 30 5. Un método según cualquier reivindicación anterior, que comprende transmitir dicha señal en dicha banda de frecuencia durante al menos un intervalo de tiempo de transmisión celular predeterminado.
6. Un método según cualquier reivindicación anterior, en el que dicha etapa de monitorización comprende recibir señales del equipo de usuario que proporciona información de actividad de señal en dicha banda de frecuencia.
- 35 7. Un método según cualquier reivindicación anterior, en el que dicha etapa de monitorización comprende monitorizar al menos uno de un canal físico y un canal virtual.
8. El método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende, además:
- 40 determinar pérdidas de trayectoria para señales que viajan entre dicha estación base y un transceptor más cercano que opera en la red de comunicación no celular; y
- 45 establecer dicho nivel de potencia umbral predeterminado en función de dichas pérdidas de trayectoria determinadas, de modo que una señal transmitida a una potencia por debajo de dicha potencia umbral predeterminada sea inferior a un valor suficiente para activar un detector de señales que detecte señales dentro de dicha banda de frecuencia en dicho transceptor no celular más cercano.
9. Un método según la reivindicación 8, en el que dicha etapa de determinar dichas pérdidas de trayectoria comprende detectar un nivel de potencia de una señal recibida desde dicho transceptor no celular más cercano en dicha estación base y comparar dicho nivel de potencia con un valor estimado de dicho nivel de potencia de transmisión de señal recibida.
- 50 10. Un método según la reivindicación 9, en el que dicho valor estimado comprende uno de:
- 55 un nivel de potencia máximo determinado de transmisión de dicho transceptor y un nivel de potencia de transmisión de dicho transceptor indicado en datos de encabezado de una señal recibida desde dicho transceptor.
11. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, en el que dicha etapa de determinar dichas pérdidas de trayectoria comprende recibir señales del equipo de usuario que indican la potencia de la señal recibida de las señales transmitidas por dicho transceptor más cercano que opera en dicha red no celular.
- 60 12. Un programa informático que cuando es ejecutado por un ordenador es operable para controlar dicho ordenador para realizar un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

65

13. Una estación base que proporciona cobertura de radio dentro de una célula de una red de comunicación inalámbrica celular, comprendiendo dicha estación base:

- 5 un monitor configurado para monitorizar una banda de frecuencia utilizada por al menos un punto de acceso situado dentro de dicha célula y que soporta comunicación inalámbrica no celular, para determinar si dicha banda de frecuencia se está utilizando actualmente para transmitir señales;
- 10 un transmisor configurado en respuesta a la detección de que dicha banda de frecuencia está actualmente inactiva para transmitir una señal de reserva en dicha banda de frecuencia, proporcionando dicha señal de reserva una indicación a dicho al menos un punto de acceso de que dicha banda de frecuencia no está disponible para su uso y después de la transmisión de dicha señal de reserva para transmitir dicha señal en dicha banda de frecuencia, y en respuesta a la detección de que dicha banda de frecuencia se está utilizando actualmente, para seleccionar el equipo de usuario que se determina que se encuentra lo suficientemente cerca de dicha estación base para recibir con éxito señales a dicho nivel de potencia por debajo de un nivel de potencia de umbral predeterminado y para transmitir señales a dicho nivel de potencia por debajo de dicho nivel de potencia de umbral predeterminado a dicho equipo de usuario cercano determinado.
- 15

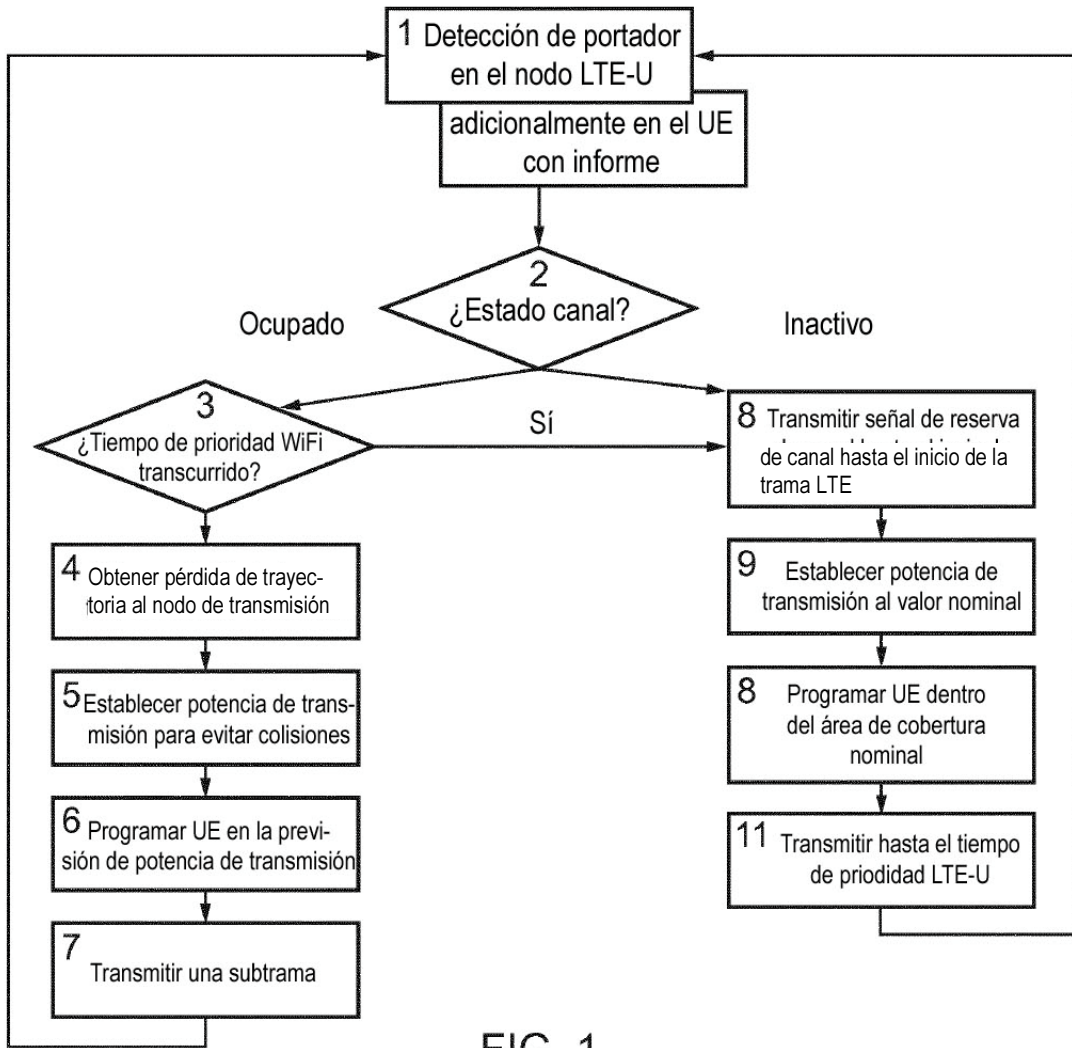


FIG. 1

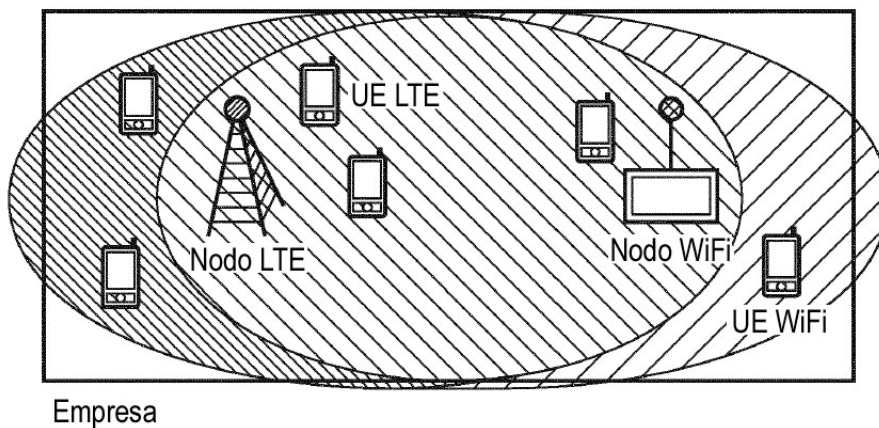


FIG. 2

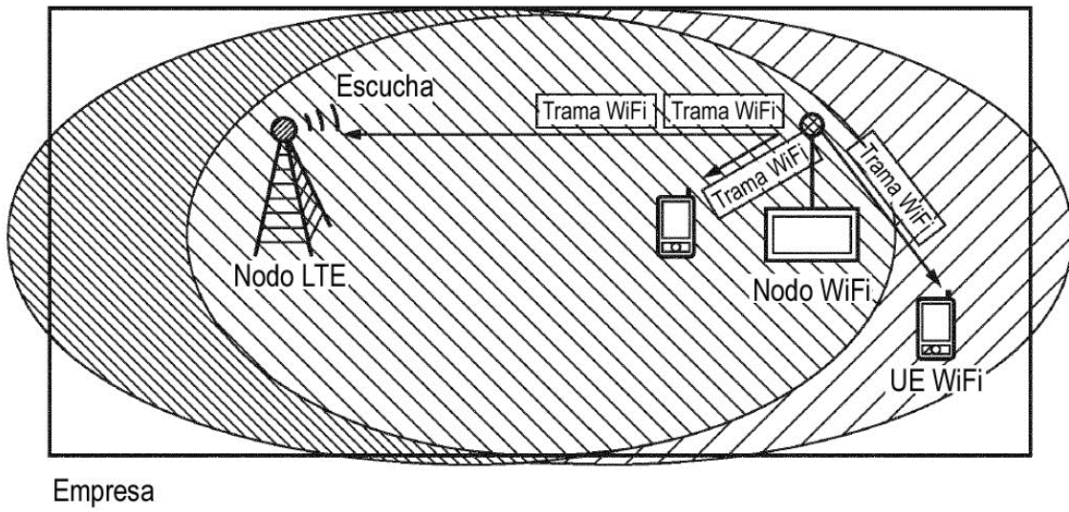


FIG. 3

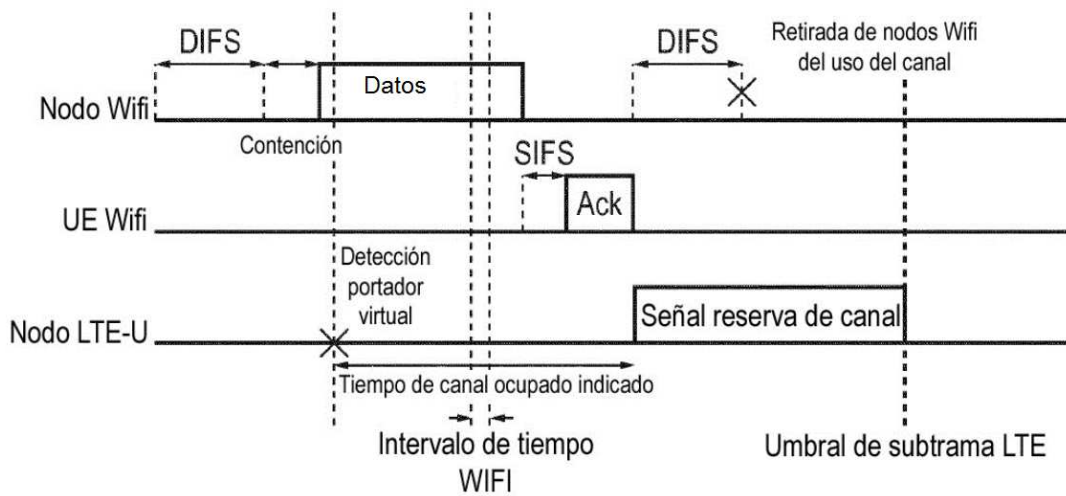


FIG. 4

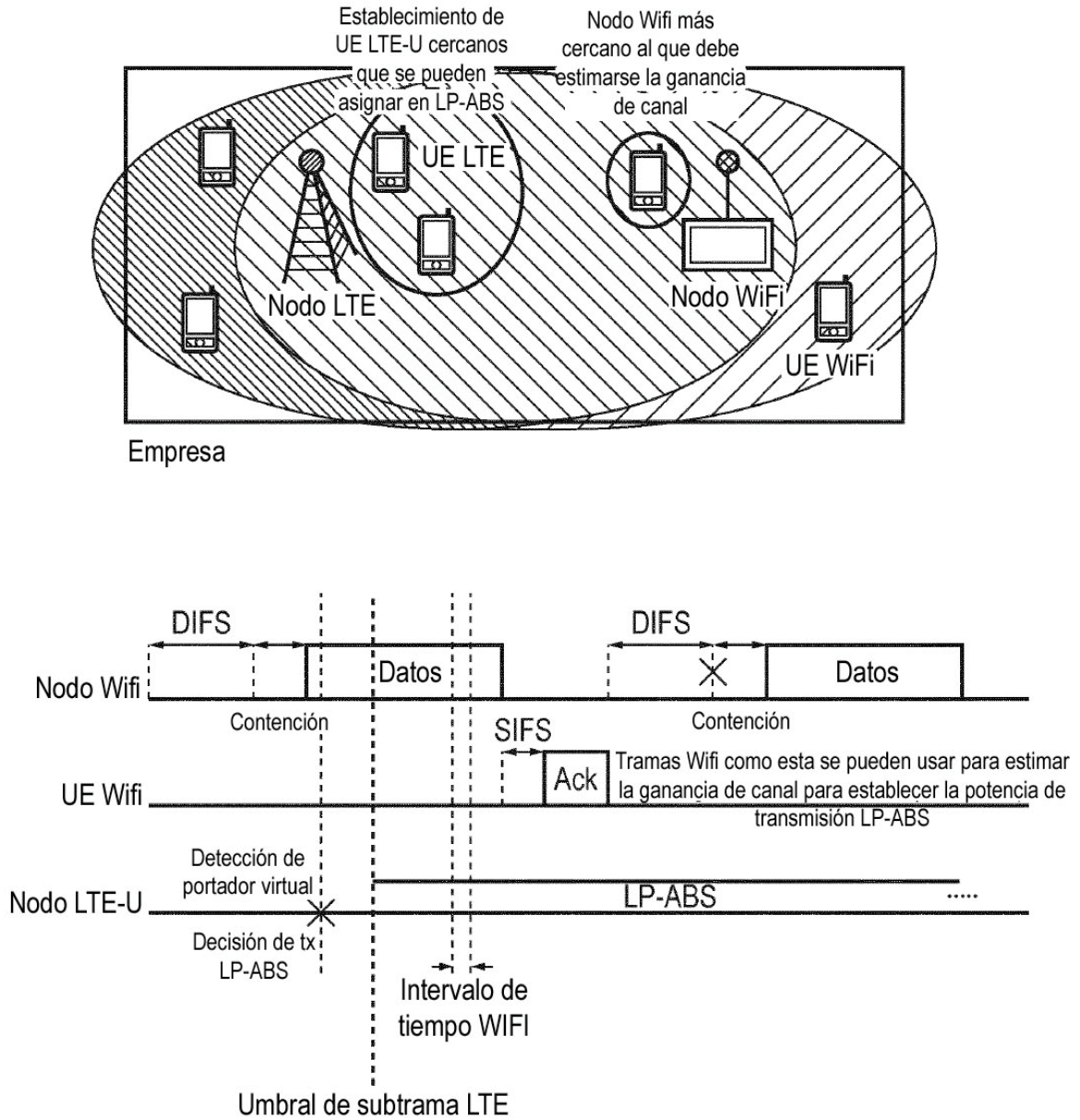


FIG. 5