

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 606 589**

51 Int. Cl.:

H04W 16/14 (2009.01)

H04L 12/413 (2006.01)

H04W 72/08 (2009.01)

H04W 84/12 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.01.2013 PCT/EP2013/000242**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.08.2013 WO13110472**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2013 E 13707103 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.10.2016 EP 2807851**

54 Título: **Sistema y método para evitar interferencia con sistemas de radar**

30 Prioridad:

27.01.2012 US 201261591697 P

25.07.2012 US 201213558170

01.08.2012 GB 201213670

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

24.03.2017

73 Titular/es:

**AIRTIES KABLOSUZ ILETISM SANAYI VE
DISTICARET AS (100.0%)**

**ITU Ayazaga Kampusu, Koru Yolu ARI Teknokent,
ARU-2 A Blok, Kat 8 Maslak
Istanbul, TR**

72 Inventor/es:

**SOYAK, EREN;
BIRLIK, FIRAT y
TASKIN, METIN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 606 589 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para evitar interferencia con sistemas de radar

Antecedentes de la invención**1. Campo de la invención**

- 5 La presente invención está relacionada con sistemas y métodos para hacer funcionar una red inalámbrica, en particular con un sistema y un método que seleccionan canales para la comunicación que no interfieren con sistemas de radar.

2. Descripción de los antecedentes de la invención

- 10 En una red inalámbrica, por ejemplo, una Red de área local inalámbrica (WLAN o WiFi LAN), la capacidad de un canal particular resulta afectada por la intensidad de la señal, como se mide mediante la Indicación de intensidad de la señal recibida (RSSI) del canal. Los dispositivos de comunicación inalámbrica que funcionan en una red inalámbrica pueden supervisar la RSSI de un canal que la red está usando para la comunicación y, si la RSSI del canal cae por debajo de un nivel aceptable, tales dispositivos conmutan a otro canal que ofrece una RSSI mayor. El proceso de selección de canales de esta manera se denomina Selección de canales automática (ACS).

- 15 Las redes inalámbricas conectan nodos a través de canales correspondientes a ciertos intervalos de frecuencias. Los estándares que usan tecnologías CSMA/CA, tales como el IEEE 802.11n, definen canales de manera que dos redes vecinas puedan funcionar usando dos canales correspondientes a intervalos de frecuencias que son adyacentes (o próximos) entre sí. Sin embargo, en tales casos, la tasa de errores de la transmisión en cada canal aumenta, reduciendo por ello la capacidad de canal de tales canales. Por lo tanto, es ventajoso ser capaz de seleccionar canales (intervalos de frecuencias) con la menor interferencia desde redes vecinas, como se mide con un explorador de canales o una Evaluación de canales libres (CCA), que mide la relación de tiempo durante el que el canal no está en uso detectable.

- 25 Los dispositivos capaces de ACS típicos efectúan una ACS en el tiempo de arranque, en el que se selecciona el "mejor" canal antes de que empiece el funcionamiento regular, y no se cambia hasta que se vuelve a arrancar el dispositivo o el usuario activa de manera deliberada la ACS. Algunos dispositivos efectúan una ACS cambiando aleatoriamente canales cuando se detecta por ello que la capacidad del canal que se está usando cae por debajo de un umbral predeterminado. Tales dispositivos "deambulan" de canal a canal hasta que se identifica un canal que tiene capacidad suficiente. Los dispositivos que efectúan una ACS de esta manera pueden ser apropiados para aplicaciones en las que la transmisión de datos en tiempo real no es crítica. Sin embargo, tales dispositivos puede que no soporten suficientemente aplicaciones en las que se espera la transmisión de datos en tiempo real. Por ejemplo, un transmisor y un receptor inalámbricos que efectúan una ACS de la manera descrita anteriormente no serían eficaces para transmitir datos de vídeo de flujo continuo del transmisor al receptor. Si durante la transmisión, tuviera que caer la capacidad de canal utilizada por tal transmisor y tal receptor, se pueden interrumpir los datos de flujo continuo mientras el transmisor y el receptor buscan otro canal que tenga mayor capacidad. Tal interrupción puede hacer que la presentación del vídeo a un usuario pierda velocidad inesperadamente y dé como resultado una mala experiencia para el usuario. Algunos dispositivos evitan interrumpir la transmisión durante una ACS al tener dos unidades de radiofrecuencia en cada dispositivo. En tales dispositivos, las dos unidades de RF funcionan simultáneamente, en los que una unidad de RF supervisa la capacidad del canal que se está usando para transmitir datos y la otra unidad de RF supervisa la capacidad de los otros canales.

- 35 40 Algunos dispositivos de comunicación inalámbrica que funcionan en una red inalámbrica que usa una banda de frecuencias de 2,4 GHz estiman la capacidad de un canal usando exploración o CCA y realizan una ACS de acuerdo con tales estimaciones.

- 45 Sin embargo, los dispositivos de comunicación inalámbrica que funcionan en una red inalámbrica que usa una banda de frecuencias de 5 GHz pueden experimentar interferencia desde sistemas de radar, o interferir con los mismos, que funcionan cerca en la misma banda de frecuencias o similar. En algunas jurisdicciones, los dispositivos que se comunican usando canales asociados con ciertos intervalos de frecuencias se pueden requerir legalmente para detectar sistemas de radar que funcionan también en tales intervalos de frecuencias y evitar que se use tal canal si se detecta un sistema de radar. Por ejemplo, el documento "ETSI EN 301 893 V1.5.1 (2008-12) Harmonized European Standard" para redes inalámbricas de 5 GHz especifica que los dispositivos que funcionan usando 50 frecuencias en los intervalos de 5,250 GHz a 5,350 GHz y los intervalos de frecuencias de 5,470 a 5,725 GHz deben detectar y evitar la interferencia de radares. Un dispositivo inalámbrico puede detectar la presencia de un sistema de radar que funciona en un intervalo de frecuencias particular al realizar una Verificación de disponibilidad de canales (CAC), por lo que el dispositivo conmuta a un canal asociado con un intervalo de frecuencias particular y escucha el funcionamiento del radar durante una duración predeterminada antes de transmitir cualquier dato. Típicamente, tras 55 conmutar a un nuevo canal, el dispositivo inalámbrico puede escuchar el funcionamiento del radar entre 1 y 10 minutos antes de la transmisión. Alternativamente, el dispositivo puede detectar sistemas de radar al realizar una CAC fuera de canal, por lo que el dispositivo escucha el funcionamiento del radar en un intervalo de frecuencias dado sin conmutar realmente canales (es decir, mientras transmite posiblemente por otro canal). Una vez que se ha

seleccionado un canal, el dispositivo inalámbrico sigue supervisando el canal para detectar con una cierta probabilidad sistemas de radar recientemente activados.

5 La publicación de solicitud de patente de EE. UU. número 2011/0096739, de Heidari et al., describe un sistema que usa el tiempo improductivo (es decir, una CAC fuera de canal) o múltiples antenas para explorar canales alternativos y ordenar los canales explorados según la calidad.

La publicación de solicitud de patente de EE. UU. número 2011/0150053, de Kim, y la patente de EE. UU. número 7.715.801, de Tsuruno, están dirigidas a algoritmos de detección de señales de radar de bajo nivel y al funcionamiento de un módulo de CAC y, en particular, a cómo se puede efectuar una CAC.

10 La publicación de solicitud de patente de EE. UU. número 2010/0225530, de Lin et al., describe un método de detección de radares libres de interferencia, en el que un dispositivo se envía una señal de envío libre a sí mismo para reservar un período de tiempo durante el que el dispositivo puede realizar la detección de radares.

La solicitud de patente de EE. UU. número 2010/0302966, de Matsuura, describe el uso de un sistema para transmitir por un canal y otro sistema para supervisar simultáneamente el canal que se está usando para la transmisión o un canal diferente.

15 La patente de EE. UU. número 6.870.815 B2 (McFarland et al.), de McFarland et al., describe un proceso de exploración para una CAC que funciona en el fondo. El proceso de exploración usa balizas para liberar el tráfico en la red durante un período de tiempo, aumentando el tiempo entre paquetes en la red y reduciendo la carga de red.

La solicitud internacional de patente con número de serie PCT/IB2009/053746, de Kurt et al., está dirigida a desarrollar datos de selección de canales en una red inalámbrica.

20 La solicitud provisional de patente de EE. UU. número 61/624.834, de Birlík et al., está dirigida a un sistema y un método para compensar los retrasos de transmisión en redes de comunicación.

La solicitud de patente de EE. UU. número 13/460.139, de Birlík, está dirigida a un sistema de establecimiento y distribución de la configuración de redes inalámbricas.

25 El documento US 2005/162304 A1 está dirigido a un aparato de radiocomunicación y describe un ejemplo de un dispositivo que usa una única unidad de radio para comunicarse y para detectar la presencia de un radar.

El documento WO 2010/074624 A1 está dirigido a un método y una disposición para determinar un umbral de control de admisión.

Compendio de la invención

30 Según un aspecto de la presente invención, un dispositivo de red inalámbrica comprende un puerto de entrada para recibir señales de Internet, un único módulo de RF, una memoria y un procesador. La memoria tiene instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en la misma, en la que la ejecución de las instrucciones ejecutables por ordenador mediante el procesador hace que dicho procesador recupere de la memoria un tiempo de supervisión de canales. La ejecución de las instrucciones ejecutables por ordenador hace además que el procesador determine si el único módulo de RF está inactivo y determine un período de tiempo en el que el único módulo de RF está inactivo.

35 Además, tal ejecución hace que el procesador determine también una cantidad de canales de 5 GHz que se pueden supervisar en el período de tiempo y seleccione aleatoriamente canales a supervisar. La cantidad de canales seleccionados no excede la cantidad de canales de 5 GHz que se pueden supervisar. La ejecución de las instrucciones ejecutables por ordenador hace además que el procesador supervise los canales seleccionados y desarrolle y almacene en la memoria un valor de un nivel de confianza para cada canal. Cada canal se supervisa

40 durante un período predeterminado de tiempo entre transmisiones de datos y el nivel de confianza asociado con un canal indica la probabilidad de que un sistema de radar use las frecuencias asociadas con tal canal.

Según aspectos adicionales de la presente invención, el dispositivo de red inalámbrica puede ser un punto de acceso. El dispositivo de red inalámbrica puede ser una pasarela. El dispositivo de red inalámbrica funciona en una red inalámbrica. La red inalámbrica incluye un dispositivo adicional de red inalámbrica que funciona en la misma. El

45 procesador del dispositivo de red inalámbrica y un procesador del dispositivo adicional de red inalámbrica supervisan simultáneamente un canal idéntico. El procesador del dispositivo de red inalámbrica y un procesador del dispositivo adicional de red inalámbrica supervisan simultáneamente unos canales primero y segundo, en el que los canales primero y segundo son diferentes. El procesador del dispositivo adicional de red inalámbrica supervisa un canal y transmite el resultado de la supervisión al dispositivo de red inalámbrica. El dispositivo de red inalámbrica está

50 adaptado para funcionar en una red conforme al IEEE 802.11.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques de una red;

la figura 2 es un diagrama de temporización asociado con un dispositivo que funciona en la red de la figura 1;

las figuras 3A-3D y la figura 4 son diagramas de flujo del procesamiento efectuado por el dispositivo que funciona en la red de la figura 1;

la figura 5 es un diagrama de bloques de los componentes del dispositivo que funciona en la red de la figura 1;

5 la figura 6 es una tabla de evaluación de canales, a modo de ejemplo, que desarrolla y usa el dispositivo que funciona en la red de la figura 1;

la figura 7 es un diagrama de temporización y de niveles de confianza que ilustra el funcionamiento del dispositivo que funciona en la red de la figura 1; y

la figura 8 es otro diagrama de flujo del procesamiento efectuado por el dispositivo que funciona en la red de la figura 1.

10 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La figura 1 es un diagrama de bloques de una red 100. La red 100 puede estar conectada a Internet 102 a través de una pasarela 104. La pasarela 104 puede incluir un puerto de entrada que proporciona conexión a Internet. El puerto de entrada puede ser una conexión alámbrica o puede estar conectado a un módem o a un dispositivo de banda ancha que proporciona una conexión a Internet 102 o a alguna otra red externa tal como una Red de área local (LAN) o una Red de área extensa (WAN). La pasarela 104 puede comunicarse usando un cable o una conexión inalámbrica con un punto de acceso 106 usando uno de sus módulos de RF. El punto de acceso inalámbrico 106 usa uno de sus módulos de RF para comunicarse con la pasarela 104. El punto de acceso inalámbrico 106 permite que uno o más dispositivos 108 y 110 conectados al mismo se comuniquen entre sí y con otros dispositivos que funcionan en Internet 102. La pasarela 104 puede proporcionar también una interfaz alámbrica para un ordenador (no mostrado) que permite que tal ordenador acceda a otros ordenadores que funcionan en Internet 102 o a otra red externa. Típicamente, la pasarela 104 proporciona también funciones de cortafuegos, de encaminamiento, de conmutación y/o de resolución de nombres de dominio. La figura 1 muestra también un dispositivo inalámbrico 112 vecino y un sistema de radar 114 que funciona próximo a la red 100. El dispositivo inalámbrico 112 vecino no es parte de la red 100. Es decir, el dispositivo inalámbrico 112 vecino no transmite directamente datos a o recibe directamente datos del punto de acceso 106 o de otro dispositivo 108 o 110 en el interior de la red 100 sin que tales datos pasen a través de la pasarela 104. Debería ser evidente que la red 100 puede incluir puntos de acceso adicionales que comunican con el punto de acceso 106. En algunas realizaciones, la red 100 es una red en malla y los puntos de acceso inalámbrico 106 y/o la pasarela 104 son nodos de tal red en malla.

Uno de los nodos de la red 100, tal como la pasarela 104, o uno de los puntos de acceso que funcionan en la red 100, por ejemplo, el punto de acceso 106, está designado como un nodo maestro. En algunas realizaciones de la invención, el nodo maestro se puede seleccionar aleatoriamente, por ejemplo, cada nodo que es un candidato para llegar a ser un nodo maestro calcula un número aleatorio y tal nodo candidato que tiene el número aleatorio más alto se selecciona como el nodo maestro. En otras realizaciones, el nodo candidato que está asociado con la dirección MAC más grande se selecciona como el nodo maestro. Aún en otras realizaciones, cada nodo en la red vota por un nodo candidato vecino en la red y el nodo candidato que recibe la mayor cantidad de votos se selecciona como el nodo maestro. Aún en otra realización, un nodo predeterminado, por ejemplo, la pasarela, se selecciona como el nodo maestro. Otros modos de seleccionar el nodo maestro serán evidentes para los que están en la red. El nodo maestro selecciona un canal que se ha de usar para la transmisión. El nodo maestro puede evaluar también la calidad de otros canales y determinar cuándo la transmisión debería conmutar de un canal a otro canal. Para los objetivos de la descripción, el punto de acceso 106 se designa como el nodo maestro en lo que sigue.

Para reducir la interferencia desde el dispositivo inalámbrico 112 vecino, el punto de acceso 106, que actúa como el nodo maestro, selecciona un canal para la comunicación que tenga un solapamiento mínimo con el canal seleccionado por el dispositivo inalámbrico 112 vecino. Es decir, se minimiza el solapamiento entre el intervalo de frecuencias asociado con el canal utilizado para comunicarse de modo inalámbrico en la red 100 y el intervalo de frecuencias asociado con el canal utilizado por el dispositivo inalámbrico 112 vecino.

Además, el punto de acceso 106 puede conmutar la comunicación desde un primer canal hasta un segundo canal si tal punto de acceso 106 determina que la capacidad de canal del segundo canal es mayor que la capacidad de canal del primer canal. Sin embargo, antes de que el punto de acceso 106 pueda conmutar las comunicaciones desde el primer canal hasta el segundo canal, el punto de acceso 106 debe determinar que la probabilidad de que el sistema de radar 114 no use ninguna de las frecuencias asociadas con el segundo canal es, al menos, un valor de P_d predeterminado. El valor de P_d puede variar de acuerdo con el canal al que se conmuta la transmisión y puede estar especificado por los dispositivos de red de especificación de normas y/o estándares.

La figura 2 muestra el desarrollo cronológico de las etapas efectuadas por el nodo maestro de la red 100 que está usando un canal C_{CRT} de comunicación para determinar la capacidad de canal de otros canales y para determinar si un sistema de radar está usando frecuencias asociadas con dichos otros canales. En particular, el nodo maestro transmite datos por el canal C_{CRT} durante un período de tiempo 202. Después de ello, el nodo maestro usa un período de tiempo 204 para sintonizar un canal C_1 candidato y supervisa (rastrea) el canal C_1 durante un período de tiempo 206 para evaluar su calidad. Después de supervisar el canal C_1 , el nodo maestro sintoniza el canal C_{CRT} , que

necesita un período de tiempo 208, y transmite datos usando el canal C_{CRT} durante un período de tiempo 210. Después de ello, el nodo maestro sintoniza otro canal C_2 candidato durante un período de tiempo 212 y supervisa el canal C_2 durante un período de tiempo 214 para evaluar la calidad de tal canal. El nodo maestro sintoniza de nuevo el canal C_{CRT} durante un período de tiempo 216 de manera que tal canal se pueda usar para la transmisión adicional. Aunque el nodo maestro coordina cuándo ha de ocurrir la transmisión por el canal C_{CRT} y cuándo se han de supervisar los canales C_1 y C_2 candidatos, cualquier dispositivo en la red 100 que sea capaz puede evaluar la calidad del canal C_1 y C_2 candidato. Para evaluar la calidad del canal C_1 o C_2 , un dispositivo 104, 106, 108 y/o 110 en la red 100 desarrolla mediciones de Verificación de disponibilidad de canales (CAC) y Evaluación de canales libres (CCA). Para cada canal C_1 y C_2 supervisado, se combinan las mediciones de CAC y CCA asociadas con tales canales recibidas desde todos los dispositivos que desarrollaron tales mediciones. La medición de CAC combinada indica si el sistema de radar 114 está usando alguna de las frecuencias asociadas con el canal C_1 o C_2 candidato. En una realización, las mediciones de CCA desarrolladas por dispositivos que supervisan cuadros de baliza emitidos por puntos de acceso en la red 100 se ponderan más que las mediciones de CCA desarrolladas por dispositivos que supervisan solamente el tráfico generado por el cliente. Las mediciones de CCA ponderadas de esta manera pueden dar como resultado una evaluación más precisa del uso de canales puesto que los puntos de acceso generan típicamente más tráfico de interferencia que los clientes.

La figura 3A es un diagrama de flujo que muestra el procesamiento efectuado por una realización de un nodo maestro de la red 100. Un bloque 300 transmite datos en un canal asociado con un valor de C_{CRT} durante una duración predeterminada. Después de ello, durante un período inactivo (descrito en lo que sigue) un bloque 302 selecciona un canal candidato asociado con un valor de C_{CND} a supervisar y conmuta a tal canal. El bloque 302 transmite también paquetes de control a otros nodos en la red 100 para conmutar al canal C_{CND} y supervisar tal canal. El nodo maestro mantiene una lista de canales candidatos a partir de la que se pueden seleccionar canales candidatos. El bloque 302 puede seleccionar canales secuencial o aleatoriamente a partir de esta lista. Un bloque 304 dirige cualquier dispositivo en la red que sea capaz, incluyendo el nodo maestro, de supervisar el canal asociado con el valor de C_{CND} . Además, el bloque 304 recibe mediciones de CAC desde los dispositivos que supervisaron el canal asociado con el valor de C_{CND} y combina tales mediciones para desarrollar una medición de CAC combinada $CCA(C_{CND})$. De modo similar, el bloque 304 recibe también mediciones de CCA desde todos los dispositivos que supervisaron el canal asociado con el valor de C_{CND} y desarrolla una medición de CCA combinada $CCA(C_{CND})$. En algunas realizaciones, la medición de CCA combinada $CCA(C_{CND})$ se desarrolla calculando la media de las mediciones de CCA recibidas. En otras realizaciones, la medición de CCA combinada $CCA(C_{CND})$ se desarrolla calculando una media ponderada de las mediciones de CCA recibidas. En tales realizaciones, un factor de ponderación aplicado a una medición de CCA recibida desde un dispositivo particular se puede correlacionar con una cantidad de tráfico esperada a encaminar a través de tal dispositivo. Por ejemplo, un factor de ponderación aplicado a la medición de CCA desde un dispositivo que se espera que tenga más tráfico encaminado a través del mismo puede ser mayor que un factor de ponderación aplicado a la medición de CCA desde un dispositivo que se espera que tenga menos tráfico encaminado a través del mismo. Tal ponderación basada en el tráfico puede favorecer a los canales que tienen menos interferencia cerca de un dispositivo con mayor tráfico. En algunas realizaciones, independientemente de si se usa una media ponderada o no ponderada para calcular la medición de CCA combinada $CCA(C_{CND})$, se normaliza cada medición de CCA utilizada para calcular la medición de CCA combinada $CCA(C_{CND})$. En una realización, tal medición de CCA se normaliza usando una tabla de consulta calibrada para el dispositivo que desarrolló el valor de CCA. La normalización de cada una de dichas mediciones de CCA de esta manera asegura que las mediciones de CCA enviadas por diversos dispositivos están dentro de un intervalo idéntico de valores independientemente del *hardware* diferente utilizado realmente por un dispositivo para desarrollar tal medición de CCA. Se pueden usar otros modos para desarrollar mediciones de CCA normalizadas.

Un bloque 306 elimina cualquier valor de CCA asociado con canales supervisados previamente que han expirado. En particular, la evaluación de CCA para un canal particular se considera válida solamente para un período particular de tiempo y se descarta cualquier valor de CCA más antiguo que tal período de tiempo.

Un bloque 308 determina si el valor de $CCA(C_{CND})$ del canal asociado con el valor de C_{CND} es consistentemente bajo y, si es así, el control pasa a un bloque 310 para eliminar tal canal de la lista de canales candidatos y, a continuación, a un bloque 312 que conmuta la comunicación al canal asociado con el valor de C_{CRT} . De otro modo, un bloque 314 determina si el valor de $CCA(C_{CND})$ indica que las frecuencias del canal asociado con el valor de C_{CND} las está usando un sistema de radar y, si es así, el control pasa a un bloque 316 que marca el canal asociado con el valor de C_{CND} como no disponible durante un período predeterminado de tiempo. Tal período predeterminado de tiempo está especificado típicamente por el estándar o la norma (por ejemplo, el estándar ETSI señalado anteriormente) con el que cumple la red 100. Después de ello, el control pasa al bloque 310.

Si el bloque 314 determina que un sistema de radar no está usando las frecuencias del canal asociado con el valor de C_{CND} , un bloque 318 compara un valor de $CL(C_{CND})$ con un $P_d(C_{CND})$. El valor de $CL(C_{CND})$ está asociado con un nivel de confianza de que un sistema de radar no usa las frecuencias del canal asociado con el valor de C_{CND} . Como se ha señalado anteriormente, el valor de $P_d(C_{CND})$ es el valor de P_d asociado con el canal asociado con el valor de C_{CND} y representa la mínima probabilidad de que un dispositivo deba conseguir que un sistema de radar no está usando las frecuencias asociadas con tal canal antes de transmitir en el canal. Si el bloque 318 determina que el valor del nivel de confianza de $CL(C_{CND})$ es menor que el valor de probabilidad de $P_d(C_{CND})$ mínimo, el control pasa al bloque 312.

De otro modo, un bloque 320 determina si un valor de CALIDAD(C_{CND}) que representa la calidad del canal asociado con el valor de C_{CND} excede un valor de CALIDAD(C_{MEJOR}). El valor de C_{MEJOR} está asociado con un canal supervisado previamente que se encontró que tenía la mejor calidad y el valor de CALIDAD(C_{MEJOR}) representa la medición de calidad de tal canal. Los valores de CALIDAD(C_{CND}) y CALIDAD(C_{MEJOR}) se pueden desarrollar usando los valores de CCA(C_{CND}) y una CCA combinada del canal C_{MEJOR} , respectivamente. Se pueden considerar otros factores al desarrollar un valor que representa la calidad del canal, incluyendo la RSSI del canal. Un ancho de banda de un canal C se puede determinar a partir de un valor de RSSI(C) que representa la RSSI asociada con tal canal y el valor de CCA asociado con el canal C indica el ancho de banda del canal C que está disponible para la transmisión. En una realización, un valor de calidad de CALIDAD(C) de un canal C particular se puede establecer en el valor de CCA(C) calculado por el bloque 304. Se pueden usar otros modos de desarrollar una evaluación de la calidad de un canal y serán evidentes para los expertos en la técnica.

Si el bloque 320 determina que el valor de CALIDAD(C_{CND}) excede el valor de CALIDAD(C_{MEJOR}), un bloque 322 establece el valor de C_{MEJOR} en el valor de C_{CND} y el control pasa a un bloque 324. De otro modo, el control pasa al bloque 324. El bloque 324 determina si el valor de CALIDAD(C_{CRT}) que representa la calidad del canal utilizado para la transmisión en el bloque 300 excede el valor de CALIDAD(C_{MEJOR}) en un valor umbral THR predeterminado y, si es así, el control pasa al bloque 312. De otro modo, el control pasa a un bloque 326. El valor umbral THR predeterminado utilizado por el bloque 324 se selecciona para introducir histéresis en el sistema y evitar la conmutación constante entre dos canales que tienen mediciones de calidad similares.

El bloque 326 establece el valor de C_{CRT} en el valor de C_{MEJOR} y, después de ello, el bloque 312 conmuta al canal asociado con el valor de C_{CRT} y el control vuelve al bloque 300.

En algunos casos, si la red 100 comprende uno o más dispositivos de cliente (es decir, dispositivos distintos de puntos de acceso), tales dispositivos de cliente pueden desconectarse de la red si el bloque 312 conmuta a un nuevo canal asociado con el valor de C_{CRT} establecido por el bloque 326. Además, el dispositivo de cliente puede requerir una cantidad significativa de tiempo para volverse a conectar a la red 100 usando el nuevo canal.

La figura 3C muestra un diagrama de flujo del procesamiento adicional que se puede efectuar para impedir la conmutación desde un canal actual hasta otro canal para la transmisión a menos que la calidad del canal actual sea menor que un umbral de calidad mínimo. Después de que el bloque 324 de la figura 3A determina que la calidad del canal actual C_{CRT} no es suficientemente mejor que la calidad del canal C_{MEJOR} y que se puede garantizar la conmutación de la comunicación a C_{MEJOR} , un bloque 330 determina si algún dispositivo de cliente está conectado a la red 100. Si no está conectado ningún dispositivo de cliente a la red 100, entonces, el control avanza hasta el bloque 326 de la figura 3A. De otro modo, un bloque 332 determina si la calidad del canal C_{CRT} representada por el valor de CALIDAD(C_{CRT}) es menor que un nivel de calidad mínimo predeterminado y, si es así, el control pasa al bloque 326. En algunas realizaciones, el nivel de calidad mínimo se establece de acuerdo con los requisitos del ancho de banda del sistema típico. Por ejemplo, si una unidad de puente de vídeo requiere, al menos, 60 Mbps de ancho de banda, entonces, un nivel de calidad mínimo que proporciona, al menos, 60 Mbps más unos 20 Mbps adicionales de margen de sobrecarga para picos momentáneos y otras comunicaciones de red se puede requerir para el control de pasar del bloque 332 al bloque 326. En este ejemplo, si la RSSI del enlace de red en el puente de vídeo indica que un ancho de banda total en tal enlace es 100 Mbps, entonces, un valor de CCA de 0,8 indica que está disponible un ancho de banda de 80 Mbps. Por lo tanto, la comparación en el bloque 332 determinaría si el valor de CALIDAD(C_{CRT}) es menor que 0,8 y, si es así, el control pasaría al bloque 326. De otro modo, el control pasaría al bloque 312.

No obstante, la cantidad de tiempo requerida por el bloque 302 a 326 es suficientemente corta que puede que no se desconecte el dispositivo de cliente que funciona en la red 100. Sin embargo, en algunas realizaciones, el nodo maestro puede reservar el canal asociado con el valor de C_{CRT} antes de conmutar al canal candidato para supervisar tal canal. La figura 3D es un diagrama de flujo del procesamiento adicional que el nodo maestro puede efectuar opcionalmente, además del mostrado en las figuras 3A y 3B. Después del bloque 300, un bloque 340 verifica si algún dispositivo de cliente está conectado a la red 100. Si no hay ningún dispositivo de cliente conectado, entonces, el procesamiento avanza hasta el bloque 302. De otro modo, un bloque 342 envía un mensaje "CTS a sí mismo" que reserva el canal asociado con el valor de C_{CRT} durante la duración de tiempo que se espera que necesiten los bloques 302 a 326. Después del bloque 342, el control pasa al bloque 302. En esas realizaciones en las que el nodo maestro no transmite el mensaje CTS a sí mismo, un dispositivo de cliente puede transmitir paquetes en el canal asociado con el valor de C_{CRT} , sin embargo, tales paquetes se pueden perder y ser retransmitidos, como sería evidente para un experto en la técnica.

La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra el procesamiento efectuado por una realización de un dispositivo que funciona en la red 100, que no es el nodo maestro. Un bloque 350 usa el canal asociado con el valor de C_{CRT} para transmitir datos. Un bloque 352 recibe un paquete de control transmitido por el nodo maestro (por ejemplo, por el bloque 302 descrito anteriormente) para conmutar a un canal candidato asociado con un valor de C_{CND} . Un bloque 354 desarrolla los valores de CCA(C_{CND}) y CAC(C_{CND}). Un bloque 356 conmuta al canal C_{CRT} original, y un bloque 358 transmite los valores de CCA(C_{CND}) y CAC(C_{CND}) desarrollados por el bloque 354 al nodo maestro.

En algunas realizaciones, si todos los canales que están disponibles, como especifica el protocolo de comunicación que se está usando, se pueden evaluar dentro del período de tiempo que los valores de CCA son válidos, entonces, la lista de canales a partir de la que el bloque 302 selecciona los canales candidatos incluye todos estos canales. De otro modo, un subconjunto inicial seleccionado aleatoriamente de los canales que están disponibles comprende tal lista, en la que el número de canales que se seleccionan es la cantidad de canales que se pueden evaluar en el período de tiempo que son válidos los valores de CCA. Los canales de números que comprenden la lista pueden depender también del nivel de confianza mínimo para la medición de CAC, la cantidad de tiempo dedicado a supervisar un canal, la precisión con la que funciona el *hardware* de medición de CAC, y similares.

La figura 5 es un diagrama de bloques de una realización de un dispositivo 104, 106, 108 o 110 que puede ser capaz de evaluar la calidad del canal. El dispositivo 104, 106, 108 o 110 incluye una memoria 400 y un procesador 401. El dispositivo 104, 106, 108 o 110 incluye también un aparato de radio 402 controlado por el procesador 401. La memoria 400 comprende código ejecutable por el procesador 401 para efectuar, por ejemplo, el procesamiento mostrado en la figura 3. Además, los valores utilizados por el procesamiento mostrado en la figura 3 se pueden almacenar también en la memoria 400. El dispositivo 104, 106, 108 o 110 incluye también un módulo de CCA 403 y un módulo de CAC 404. Los módulos de CCA y CAC evalúan las mediciones de señales de radio obtenidas por el aparato de radio 402. En una realización preferida, el dispositivo 104, 106, 108 o 110 comprende un elemento programable, unos componentes discretos, un *firmware*, o una combinación de los mismos y las funciones efectuadas por el procesador 401 se pueden implementar por programación y/o por *hardware* y/o *firmware*, como se desee. En algunas realizaciones, el procesador 401 y la memoria para las instrucciones ejecutadas por tal procesador para hacer funcionar el dispositivo 104, 106, 108 o 110 pueden estar dispuestos en un componente individual tal como un circuito integrado específico de aplicaciones, una agrupación de puertas programables en campo, y similares.

La figura 6 muestra una tabla de evaluación de canales que se puede desarrollar, almacenar en la memoria 400 y usar durante el procesamiento mostrado en la figura 3. En particular, una fila 502 indica los identificadores asociados con 22 canales disponibles según una red que funciona de acuerdo con el protocolo de 5 GHz del IEEE 802.11n, en el que cada canal ocupa una banda de frecuencias de 20 MHz. Una fila 504 muestra la medición de CCA más reciente para cada canal. Una fila 506 muestra un valor de probabilidad P_d asociado con el canal que indica el nivel de confianza que debe tener un nodo maestro que un sistema de radar no está usando ninguna frecuencia asociada con tal canal antes de usar el canal para la transmisión. En una realización, la CAC de un canal de 40 MHz se puede usar para evaluar la disponibilidad de dos canales de 20 MHz adyacentes que comprenden el canal de 40 MHz.

Una fila 508 muestra la estimación de CAC más reciente para cada canal y una fila 510 indica un nivel de confianza asociado con tal estimación de CAC. La fila 512 indica si un canal se puede considerar un candidato para la transmisión, en el que una entrada en la fila 512 asociada con el canal que tiene un valor "1" indica que se puede considerar tal canal. En particular, si el valor de CAC en la fila 508 asociada con un canal tiene un valor "1" y si el nivel de confianza para un canal particular es mayor que el valor de P_d asociado con tal canal, entonces, tal canal se considera un candidato para la transmisión y a la entrada en la fila 512 asociada con el canal se da el valor "1".

La figura 7 muestra un diagrama de temporización y un gráfico del nivel de confianza que ilustra cambios en el nivel de confianza con el que un sistema de radar está usando frecuencias en un canal concreto. En particular, los períodos de tiempo 602 son períodos de tiempo durante los que un dispositivo 104, 106, 108 o 110 recibe o transmite datos en un canal seleccionado. Los períodos de tiempo 604, 606 y 608 son períodos durante los que un primer, un segundo y un tercer canal se supervisan como se ha descrito anteriormente. En el diagrama de temporización de la figura 7, el período de tiempo que una CCA estima válido es 4τ . Las barras 610a, 610b y 610c indican el nivel de confianza de que no existe ninguna actividad de radar en el primer canal. La altura de cada barra está de acuerdo con el nivel de confianza asociado con la misma. El nivel de confianza asociado con la barra 610 está basado solamente en las estimaciones de CCA que se desarrollaron en el período precedente de tiempo 4τ y, por lo tanto, no incluyen la estimación de CCA que se incluyó en el nivel de confianza indicado por la barra 610A. Las barras 612a, 612b y 612c indican los niveles de confianza asociados con el segundo canal y las barras 614a y 614b indican los niveles de confianza asociados con el tercer canal.

La figura 8 es un diagrama de flujo del procesamiento que el procesador 401 puede efectuar para supervisar canales. Un bloque 702 recupera un valor predeterminado que representa la cantidad de tiempo necesario para sintonizar y supervisar un canal. El tipo de módulos de CCA y CAC 403 y 404 que se está usando determina este valor predeterminado.

Un bloque 704 determina si el aparato de radio 402 está disponible y, si es así, avanza hasta un bloque 704. Si el aparato de radio 402 no está disponible, se completa el procesamiento. El bloque 704, que se ejecuta en el nodo maestro, determina la cantidad de tiempo inactivo que está disponible. El tiempo inactivo está basado en una estimación de la carga del sistema. Por ejemplo, si la red está funcionando al 90% de su capacidad, entonces, está disponible el 10% del tiempo inactivo. Tal tiempo inactivo es el tiempo que está disponible para supervisar otros canales, como se describe en la presente memoria. En algunas realizaciones, el tiempo inactivo de la red 100 se puede calcular como sigue:

$$\text{tiempo inactivo} = 1 - \sum_{\text{todos los enlaces}} (\text{rendimiento total deseado del enlace/ancho de banda total del enlace})$$

El tiempo inactivo se calcula por todos los enlaces entre los nodos en la red. Por ejemplo, se supone una red como tres nodos A, B y C. Además, se supone que el ancho de banda total del canal del enlace entre los nodos A y B es 100 Mbps, entre los nodos A y C es 150 Mbps y entre los nodos B y C es 50 Mbps. Además, se supone que el rendimiento total deseado del canal entre los nodos A y B es 30 Mbps, entre los nodos A y C es 30 Mbps y entre los nodos B y C es 5 Mbps. Por lo tanto, la relación entre el rendimiento total deseado del canal y el ancho de banda total del canal del enlace entre los nodos A y B es 0,3, entre los nodos A y C es 0,2 y entre los nodos B y C es 0,1. Para este ejemplo, el tiempo inactivo para la red según la ecuación (2) es el 40%. Es decir, hasta 400 milisegundos de cada segundo se pueden usar para supervisar otros canales. En una realización, si el número de canales que se pueden supervisar es 8 cuando el sistema está inactivo al 40%, entonces, solamente se pueden supervisar 4 canales si el sistema está inactivo al 20%. La granularidad con la que se utiliza el tiempo inactivo es muy pequeña - si el dispositivo de supervisión abandona el canal durante más de, por ejemplo, 50 ms, los clientes conectados al dispositivo pensarán que está muerto y comenzarán a desconectarse. Por lo tanto, si el canal está de media inactivo el 40%, esto significa que otro canal se puede saltar durante 40 ms cada 100 ms, en lugar de necesitar, digamos, 400 ms para observar otro canal cada 1.000 ms.

De este modo, los clientes conectados no saben que se ha saltado a otro canal para supervisar. Sin embargo, 40 ms no es bastante largo para decir, con seguridad, que no hay ningún radar, de manera que sea necesario volver al canal al que se había saltado durante los siguientes 40 ms para escuchar de nuevo, y quizá otra vez durante los siguientes 40 ms, hasta que se sepa con un cierto grado de confianza que allí no hay ningún radar. Una vez que se ha establecido que no hay ningún radar en el canal, esa conclusión establecida solamente es válida durante el tiempo anterior a que sea necesario verificar de nuevo para asegurarse de que un radar no ha entrado en el canal mientras no haya sido supervisado.

Un bloque 708 determina el número de canales que se pueden supervisar durante el tiempo inactivo determinado por el bloque 704. El bloque 708 selecciona también los canales a supervisar, como se ha descrito anteriormente.

El bloque 710 supervisa canales durante la transmisión, como se ha descrito anteriormente, por ejemplo, en relación con la figura 2. Un bloque 712 calcula y almacena en la memoria 100 los niveles de confianza asociados con los canales supervisados por el bloque 710.

En una red en la que los nodos individuales de la red en malla supervisan un canal C particular, el valor de CL(C) desarrollado a partir de las mediciones de CAC de tal canal se ajusta basándose en el número de nodos que efectúan tal supervisión. Es decir, cuantos más nodos desarrollan un valor de CAC(C) para el canal C, mayor es el valor de CL(C) del nivel de confianza. El valor de CALIDAD(C), que representa la estimación de calidad del canal C, se desarrolla a partir de estimaciones de calidad desarrolladas por los nodos individuales. En algunas realizaciones, el valor de CALIDAD(C) es un valor medio de las estimaciones de calidad desarrolladas por cada uno de los nodos individuales. Típicamente, el nodo maestro en la red recibe estimaciones de CCA y de la calidad del canal desde los nodos individuales y desarrolla los valores de CL(C) y CALIDAD(C) para la red a partir de tales estimaciones. En una realización de la invención, la CAC(C) se calcula a través de una media ponderada de las lecturas de CAC individuales tomadas por cada nodo. Tal realización puede generar menos detecciones de falso positivo y más de falso negativo de actividad del radar. Una detección de falso positivo es una detección de actividad del radar cuando no existe ninguna. Una detección de falso negativo es un fallo al detectar actividad cuando está presente. En otra realización, el peor caso de CAC dado a conocer por nodos individuales se usa para establecer un valor de CAC(C) asociado con un canal C. Tal realización puede generar menos detecciones de falso negativo y más detecciones de falso positivo de actividad del radar.

En redes en las que cada nodo individual de la red en malla supervisa canales diferentes, el valor de CL(C) para la CAC de cada canal C se ajusta basándose en mediciones desde nodos individuales. El valor de CCA(C) dado a conocer por cada nodo se usa sin modificación. Debería ser evidente que haciendo que todos los nodos supervisen el mismo canal se proporcionan usualmente resultados más fiables. Sin embargo, haciendo que los nodos individuales supervisen canales diferentes se puede garantizar si la carga de red permite solamente un tiempo corto para rastrear canales, o si los módulos de medición de CAC y CCA en los dispositivos son bastante sensibles para que las mediciones individuales sean suficientemente precisas.

Usando el tiempo inactivo que está disponible en una red para supervisar canales candidatos se permite que las mediciones de CAC fuera de canal se desarrollen sin interrumpir la transmisión de un servicio tal como el flujo continuo de vídeo. En una red que se carga a su capacidad, se puede usar muy poco tiempo para supervisar y, así, se pueden supervisar menos canales candidatos. Sin embargo, en una red que está cargada incluso moderadamente, puede estar disponible suficiente tiempo inactivo para supervisar muchos canales candidatos.

En algunas realizaciones, los puntos de acceso y la pasarela que funcionan en una red pueden supervisar simultáneamente el mismo canal, bajo la coordinación del nodo maestro. En otras realizaciones, se pueden asignar a la pasarela y los puntos de acceso canales diferentes para supervisar durante un período de tiempo particular, permitiendo por ello que se supervisen más canales.

Haciendo referencia una vez más a la figura 5, la memoria 400 de un dispositivo que funciona en la red 100 puede tener también almacenada en la misma instrucciones ejecutables por ordenador para reducir la fluctuación de los

retrasos de transmisión. En particular, tales instrucciones ejecutables por ordenador, cuando las ejecuta el procesador 401, hacen que una pluralidad de paquetes recibidos por el aparato de radio 402 en un primer orden se almacenen en una memoria intermedia de paquetes en tal orden y hacen que un puntero asociado con cada uno de la pluralidad de paquetes se almacene en la memoria intermedia de punteros. La memoria intermedia de paquetes y la memoria intermedia de punteros pueden ser partes de la memoria 400 y/o componentes de memoria adicionales (no mostrados). La ejecución por el procesador 401 de las instrucciones ejecutables por ordenador puede hacer también que los punteros almacenados en la memoria intermedia de punteros sean colocados en un segundo orden clasificado de acuerdo con una marca horaria que va incluida con cada paquete y hacer que los paquetes almacenados en la memoria intermedia de paquetes se transmitan usando el aparato de radio 402 o a través de un puerto Ethernet (no mostrado) de acuerdo con el puntero clasificado para cada paquete.

Las instrucciones ejecutables por ordenador pueden estar almacenadas en la memoria 400 del dispositivo que funciona en la red 100 a fin de automatizar la configuración de dicho dispositivo. Tales instrucciones ejecutables por ordenador, cuando se ejecutan, hacen que el procesador 402 de tal dispositivo examine información de WPS en un paquete de gestión recibido por el aparato de radio 402 y determine si existe un campo de información específico para un fabricante en tal paquete de gestión. Si existe un campo de información específico para un fabricante, la ejecución de las instrucciones ejecutables por ordenador hace que el procesador 402 determine si un código de fabricante en el campo de información concuerda con un código de fabricante asociado con el dispositivo y, si es así, determine si un código de identificación de la red inalámbrica en el paquete de gestión concuerda con un código de identificación de la red inalámbrica asociado con el dispositivo. Si concuerdan tales códigos de identificación de la red inalámbrica, las instrucciones ejecutables por ordenador hacen que el procesador 402 determine si un número de serie de cambio de configuración en el paquete de gestión es mayor que un número de configuración en una memoria (la memoria 400 u otra memoria, no mostrada) del dispositivo. Si el número de serie de configuración en el paquete de gestión es mayor que el número de configuración en la memoria del dispositivo, las instrucciones ejecutables por ordenador hacen que el procesador 402 determine que hay un cambio de configuración y reciba una nueva configuración, con un PIN de confianza.

Una lista de razones independientes y a modo de ejemplo que apoyan la patentabilidad de la invención descrita y reivindicada en esta memoria incluye, al menos, que:

(a) El sistema y el método descritos en esta memoria eliminan el tiempo improductivo (típicamente un minuto) cuando se conmutan canales en frecuencias inalámbricas de 5 GHz utilizadas por sistemas de radar. No obstante, el sistema y el método permanecen conformes a las normas relacionadas con evitar la interferencia de radares. Otros dispositivos esperan usualmente un minuto cuando se encienden primero para comenzar en un canal con radares, pero pueden conmutar solamente a canales exentos de radares (que están típicamente abarrotados) durante el tiempo de funcionamiento.

(b) El sistema y el método descritos en esta memoria garantizan, para una carga de red de baja a moderada en la que se pueden supervisar todos los canales, que el ancho de banda inalámbrico más alto se ha puesto a disposición de la red en malla al seleccionar el mejor canal.

(c) El sistema y el método descritos en esta memoria mejoran espectacularmente el ancho de banda disponible para una alta carga de red en la que se pueden supervisar algunos canales, pero no todos. El ancho de banda disponible mejorado se aproxima al límite de comportamiento conseguido en circunstancias de baja carga de red al desplazar gradualmente hacia fuera canales de baja capacidad de la lista de candidatos (concentrándose así en los de capacidad más alta).

(d) El sistema y el método descritos en esta memoria requieren solamente un único chip de RF (agrupación de antenas), que ayuda a controlar el coste de un dispositivo de consumidor regular. Otros dispositivos pueden añadir *hardware* dedicado a supervisar canales y aumentar así los costes de tales dispositivos.

Un dispositivo de red inalámbrica, a modo de ejemplo, comprende un puerto de entrada adaptado para recibir señales de Internet, un único módulo de RF adaptado para suministrar señales inalámbricas a una red, una memoria y un procesador. La memoria tiene instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en la misma. La ejecución de las instrucciones ejecutables por ordenador mediante el procesador hace que dicho procesador recupere de la memoria un tiempo de supervisión de canales, determine si el único módulo de RF está inactivo y determine un período de tiempo en el que el único módulo de RF está inactivo. Además, la ejecución de las instrucciones ejecutables por ordenador hacen que el procesador determine una cantidad de canales de 5 GHz que se pueden supervisar en el período de tiempo y seleccione aleatoriamente canales a supervisar, en el que la cantidad de canales seleccionados no excede la cantidad de canales de 5 GHz que se pueden supervisar. Además, la ejecución de las instrucciones ejecutables por ordenador hace que el procesador supervise los canales seleccionados y desarrolle un valor de un nivel de confianza para cada canal. Cada canal se supervisa durante un período predeterminado de tiempo entre transmisiones de datos y el nivel de confianza asociado con un canal indica la probabilidad de que un sistema de radar use las frecuencias asociadas con tal canal. La ejecución de las instrucciones ejecutables por ordenador hace que el procesador almacene los valores desarrollados de niveles de confianza en la memoria.

En una realización, el dispositivo de red inalámbrica, a modo de ejemplo, es un punto de acceso. En otra realización, el dispositivo de red inalámbrica, a modo de ejemplo, es uno de una pasarela, un dispositivo móvil, un ordenador portátil o un ordenador de tipo tableta.

- 5 Aún en otra realización, el dispositivo de red inalámbrica, a modo de ejemplo, funciona en una red inalámbrica. La red inalámbrica puede incluir un dispositivo adicional de red inalámbrica que funciona en la misma. En tales casos, el procesador del dispositivo de red inalámbrica, a modo de ejemplo, y un procesador del dispositivo adicional de red inalámbrica supervisan simultáneamente un canal idéntico. Alternativamente, el procesador del dispositivo inalámbrico, a modo de ejemplo, y un procesador del dispositivo inalámbrico adicional supervisan simultáneamente unos canales primero y segundo, en el que los canales primero y segundo son diferentes.
- 10 del dispositivo adicional de red inalámbrica supervisa un canal y transmite el resultado de la supervisión al dispositivo de red inalámbrica, a modo de ejemplo.

En realizaciones adicionales, el dispositivo de red inalámbrica, a modo de ejemplo, está adaptado para funcionar en una red conforme al IEEE 802.11.

- 15 En algunas realizaciones, un único circuito integrado proporciona, al menos, una parte del procesador y de la memoria. Además, en algunos casos, tal circuito integrado único es un circuito integrado de aplicación específica. En otros casos, tal circuito integrado es una agrupación de puertas programables en campo.

Otras realizaciones de la invención, que incluyen todas las diferentes y diversas combinaciones posibles de las características individuales de cada una de las realizaciones descritas anteriormente, están específicamente incluidas en la presente memoria.

20 **Aplicabilidad industrial**

- El sistema y el método descritos en la presente memoria se pueden utilizar para seleccionar canales que se pueden usar para la comunicación inalámbrica en una red. Además, serán evidentes para los expertos en la técnica, en vista de la descripción anterior, numerosas modificaciones de la presente invención para mejorar la eficacia de seleccionar canales que pueden encontrar menos interferencia desde otro dispositivo que funciona próximo a la red.
- 25 Por consiguiente, esta descripción se ha de interpretar solamente como ilustrativa y se presenta con el objetivo de permitir que los expertos en la técnica realicen y usen la invención, y enseñen el mejor modo de llevar a cabo la misma. Se reservan los derechos exclusivos a todas las modificaciones que están dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de red inalámbrica, que comprende:
 - un único módulo de RF (402) adaptado para suministrar señales inalámbricas a una red;
 - una memoria (400), en el que la memoria tiene instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en la misma; y
- 5 un procesador (401), en el que la ejecución de las instrucciones ejecutables por ordenador mediante el procesador hace que el procesador (401):
 - recupere de la memoria (400) un tiempo de supervisión de canales,
 - determine si el único módulo de RF (402) está inactivo,
 - determine un período de tiempo en el que el único módulo de RF (402) está inactivo,
- 10 determine una cantidad de canales en una banda de frecuencias utilizable por radar u otras fuentes no WiFi de interferencia que se pueden supervisar basándose en el período de tiempo,
 - seleccione aleatoriamente canales a supervisar, en el que la cantidad de canales seleccionados no excede la cantidad de canales en la banda de frecuencias utilizable por radar u otras fuentes no WiFi de interferencia que se pueden supervisar,
- 15 supervise los canales seleccionados, en el que cada canal se supervisa durante un período predeterminado de tiempo entre transmisiones de datos,
 - desarrolle un valor de un nivel de confianza para cada canal, en el que el nivel de confianza asociado con un canal indica la probabilidad de que un sistema de radar u otras fuentes no WiFi de interferencia usen las frecuencias asociadas con tal canal, y
- 20 almacene los valores desarrollados de niveles de confianza en la memoria.
2. El dispositivo de red inalámbrica según la reivindicación 1, en el que el procesador (401) está configurado además para determinar si conmutar el funcionamiento desde un primer canal hasta un segundo canal basándose en los valores desarrollados de niveles de confianza en la memoria.
3. El dispositivo de red inalámbrica según cualquier reivindicación precedente, en el que la cantidad de canales que se pueden supervisar está basada en la relación entre el período de tiempo que el único módulo de RF (402) está inactivo y el que está ocupado.
- 25 4. El dispositivo de red inalámbrica según cualquier reivindicación precedente, en el que la banda de frecuencias es una banda de frecuencias de 5 GHz.
5. El dispositivo de red inalámbrica según cualquier reivindicación precedente, en el que el valor de un nivel de confianza está basado en una primera evaluación, por lo que el dispositivo de red inalámbrica está configurado además para escuchar el funcionamiento del radar en el canal seleccionado durante una duración predeterminada (Verificación de disponibilidad de candidatos (CAC)).
- 30 6. El dispositivo de red inalámbrica según cualquier reivindicación precedente, en el que el valor de un nivel de confianza está basado en una segunda evaluación, por lo que está determinada la relación entre el tiempo durante el que el canal no está en uso detectable frente al que está en uso detectable (Evaluación de canales libres (CCA)).
7. El dispositivo de red inalámbrica según cualquier reivindicación precedente, en el que el nivel de confianza se desarrolla según un algoritmo de construcción de confianza, en el que el algoritmo de construcción de confianza toma una muestra temporizada del canal objetivo, genera una estimación del grado de utilización con un cierto nivel de confianza y determina la necesidad de muestreos temporizados adicionales a realizar para alcanzar un nivel de confianza necesario predeterminado que indica si el canal puede usarse o no.
- 40 8. El dispositivo de red inalámbrica según cualquier reivindicación precedente, en el que el procesador está configurado para funcionar en una red que contiene una pluralidad de nodos y para recibir los resultados de la supervisión de los canales seleccionados desde la pluralidad de nodos y/o en el que el procesador está configurado además para:
 - 45 calcular, basándose en los resultados desde la pluralidad de nodos en la red, el valor del nivel de confianza para cada canal supervisado; y
 - promediar los valores del nivel de confianza para cada canal supervisado a fin de producir un valor total del nivel de confianza y/o en el que, en el procesador, el valor total del nivel de confianza se calcula aplicando un factor de ponderación para cada uno de los valores de los niveles de confianza desde cada uno de la pluralidad de nodos en

la red y/o en el que, en el procesador, el factor de ponderación está correlacionado con una cantidad de tráfico esperada a encaminar a través de cada uno de la pluralidad de nodos.

9. El dispositivo de red inalámbrica según cualquiera de la reivindicación 5 y las reivindicaciones 6 a 8, cuando sean dependientes de la reivindicación 5, en el que la primera evaluación es válida para un tiempo especificado.

- 5 10. El dispositivo de red inalámbrica según la reivindicación 9, en el que el tiempo especificado en el que expira la validez de una observación está basado en el período de rotación de los radares que se seleccionan como objetivo para la detección o en el que el tiempo especificado en el que expira la validez de una observación está basado en la frecuencia de repetición de pulsos de los radares que se seleccionan como objetivo para la detección o en el que el tiempo especificado en el que expira la validez de una observación está basado en los patrones de desplazamiento de frecuencia de los radares que se seleccionan como objetivo para la detección o en el que el tiempo especificado en el que expira la validez de una observación está basado en los requisitos legales impuestos sobre la frecuencia en la que se deben realizar las verificaciones de la capacidad para evitar interferencias o en el que el número de canales a supervisar que se seleccionan es la cantidad de canales que se pueden evaluar en el período de tiempo que son válidos los primeros valores de evaluación.
- 10
- 15 11. El dispositivo de red inalámbrica según cualquiera de la reivindicación 5 y las reivindicaciones 6 a 10, cuando sean dependientes de la reivindicación 5, en el que el número de canales que se seleccionan depende además del nivel de confianza para que el primer valor de evaluación sea mayor que un valor predeterminado mínimo.
12. El dispositivo de red inalámbrica según la reivindicación 11, en el que el valor predeterminado mínimo está especificado por los dispositivos de red de especificación de normas y/o estándares, tales como el IEEE 802.11n.
- 20 13. El dispositivo de red inalámbrica según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 12, en el que el número de canales que se seleccionan depende además de la precisión con la que funciona un *hardware* que realiza la primera evaluación.
14. El dispositivo de red inalámbrica según cualquiera de la reivindicación 6 y las reivindicaciones 7 a 13, cuando sean dependientes de la reivindicación 6, en el que el valor del nivel de confianza está basado en una estimación de la segunda evaluación que se desarrolló en el período predeterminado precedente de tiempo durante el que es válida la estimación de la segunda evaluación.
- 25
15. El dispositivo de red inalámbrica según cualquier reivindicación precedente, en el que el período de tiempo que el único módulo de RF (402) está inactivo se determina basándose en una estimación de la carga del sistema y/o en el que el dispositivo de red inalámbrica, en el procesador, está configurado además para calcular el período de tiempo, que el único módulo de RF (402) está inactivo, como 1 menos la suma de la relación entre el rendimiento total del enlace deseado y el ancho de banda total del enlace, por todos los enlaces entre nodos en una red, y/o en el que el dispositivo inalámbrico comprende medios para supervisar los canales seleccionados durante una pluralidad de duraciones predeterminadas, cuya suma excede una segunda duración predeterminada y/o en el que los valores desarrollados y almacenados de niveles de confianza en la memoria incluyen identificadores asociados con canales disponibles de acuerdo con un protocolo estandarizado.
- 30
- 35

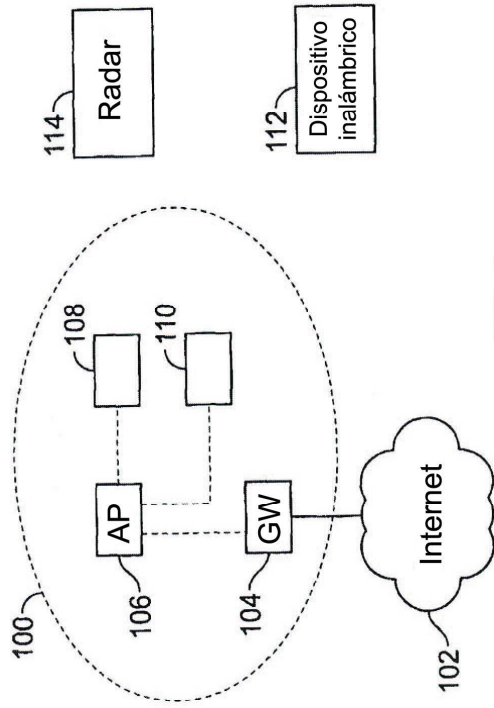


FIG. 1

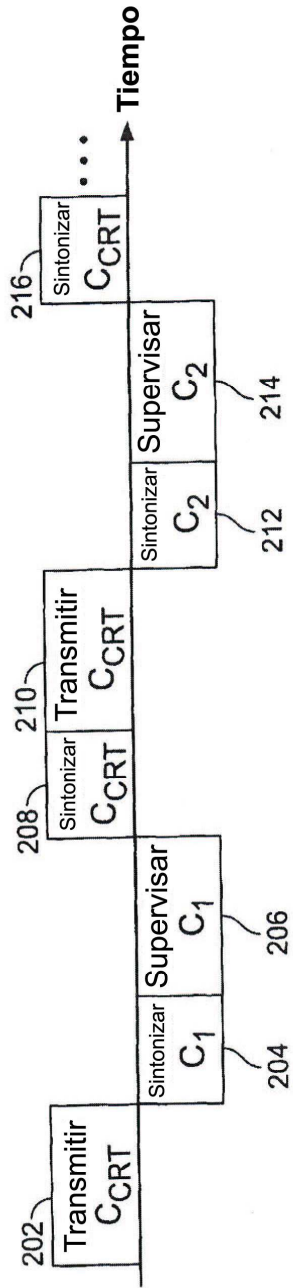


FIG. 2

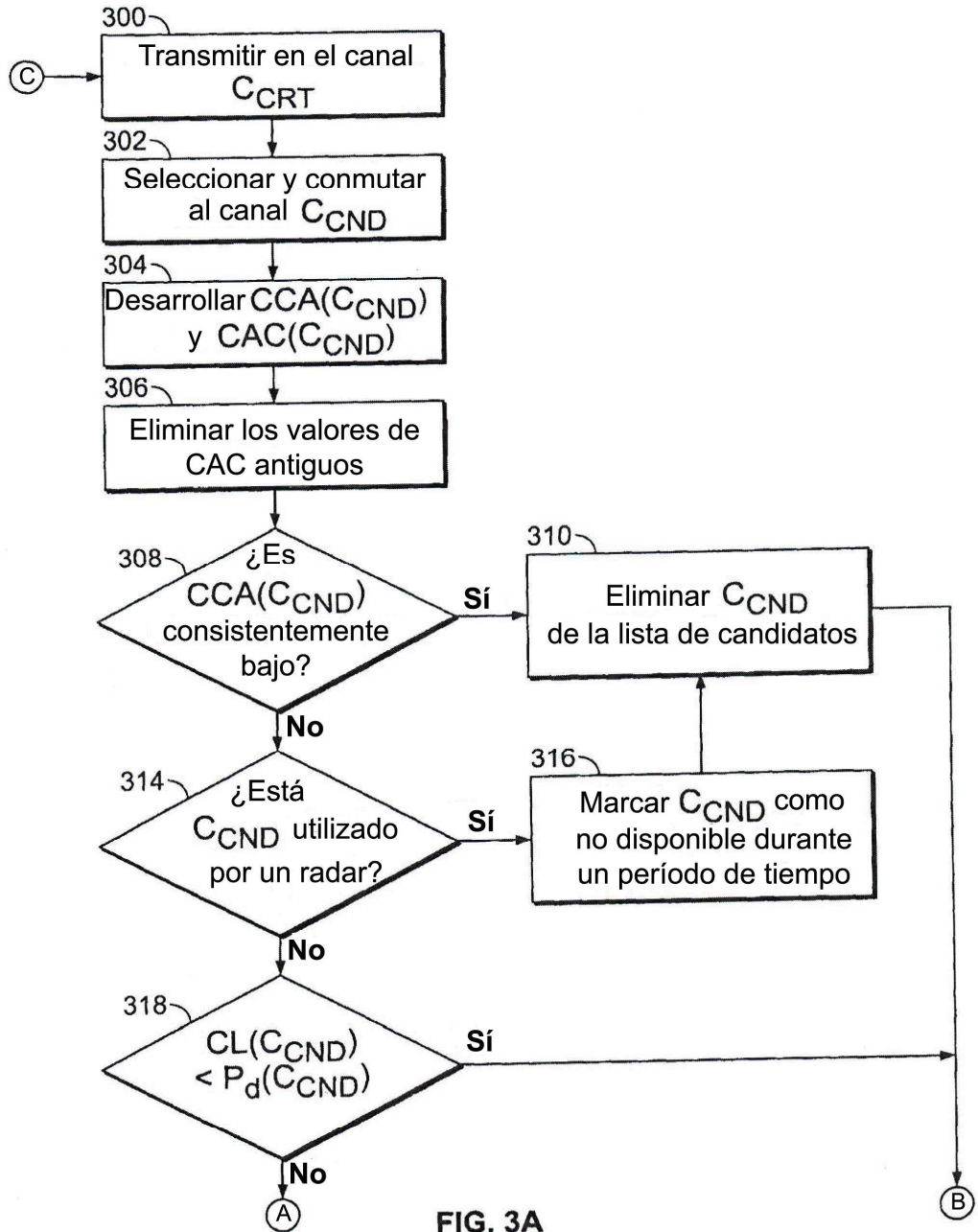


FIG. 3A

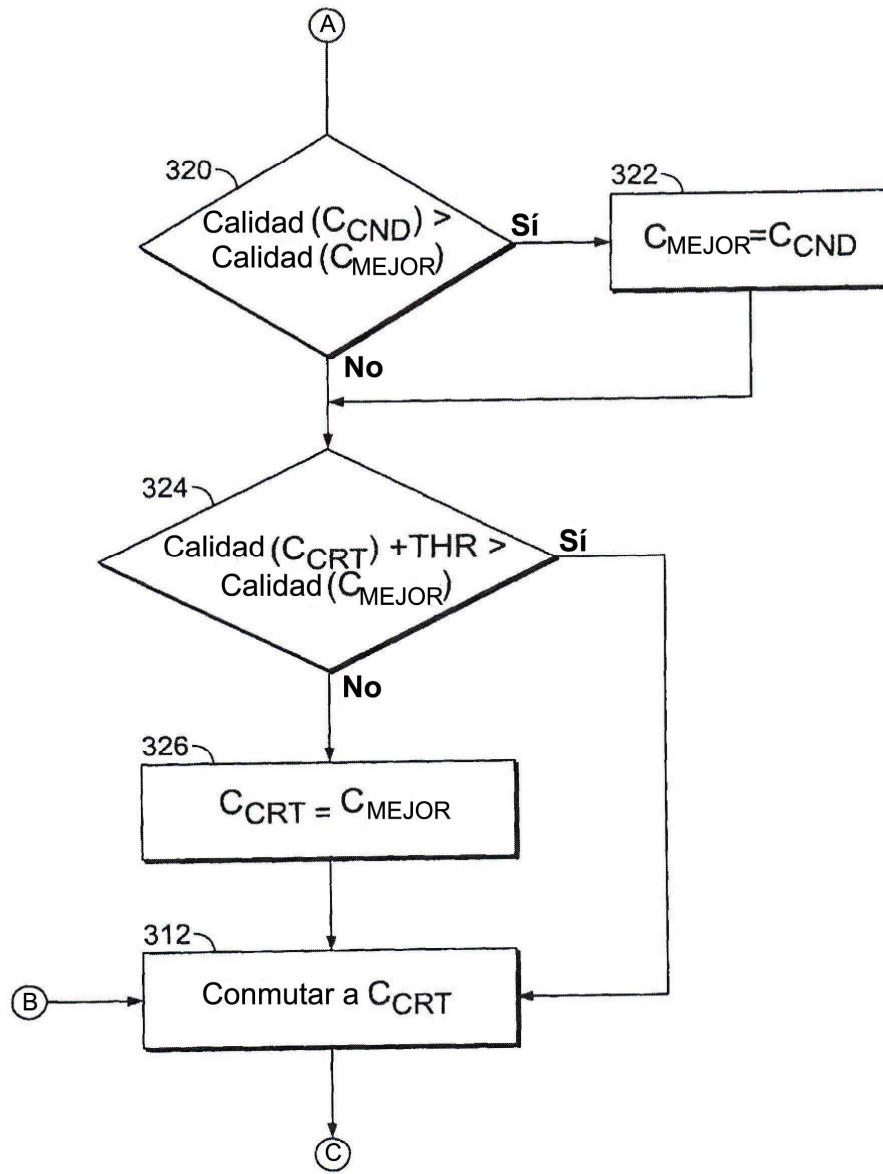


FIG. 3B

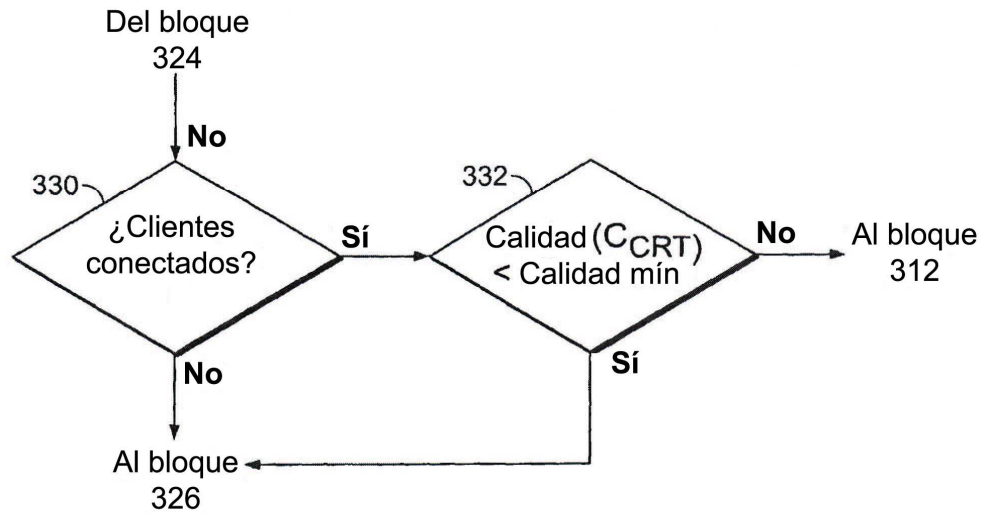


FIG. 3C

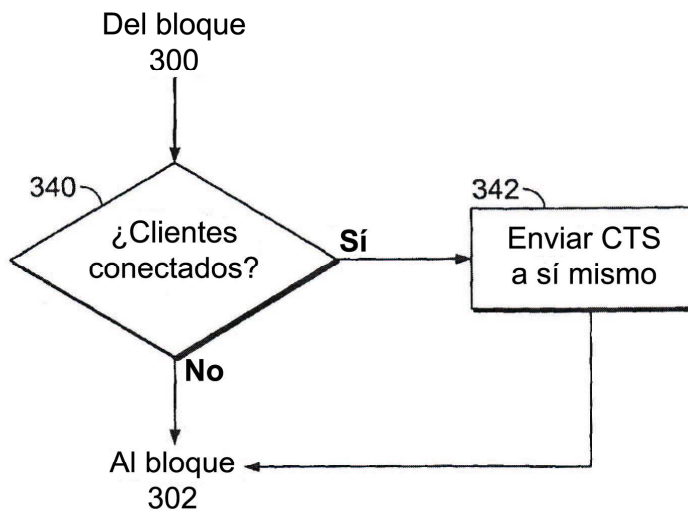


FIG. 3D

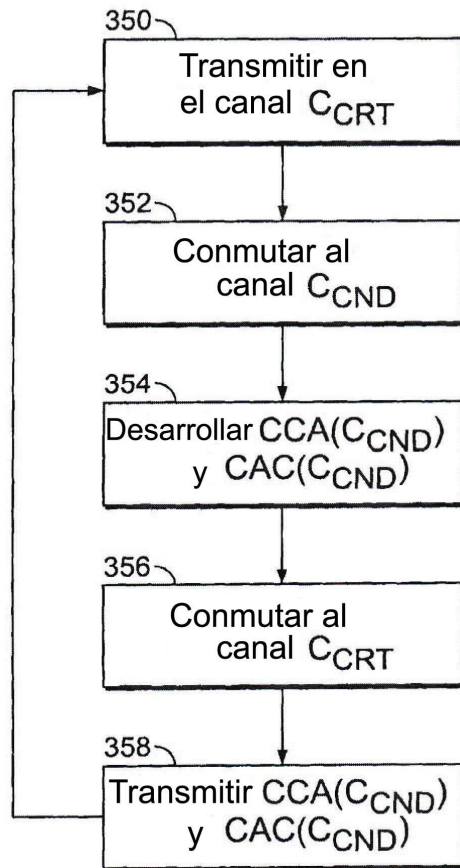


FIG. 4

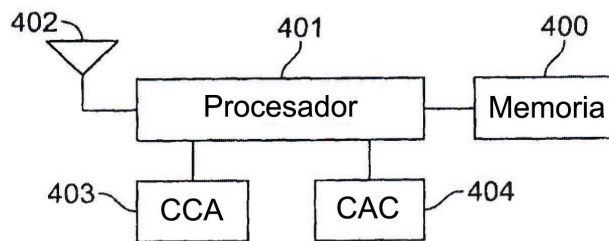


FIG. 5

500 →

502	Canal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
504	CCA	0,70	0,69	0,55	0,68	0,29	0,45	0,66	0,87	0,99	0,12
506	P_d	NA	NA	NA	NA	NA	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
508	CAC	NA	NA	NA	NA	NA	1	0	1	1	1
510	CL	NA	NA	NA	NA	NA	0,55	0,65	0,70	0,85	0,80
512	Disponible	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1

502	Canal	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
504	CCA	0,23	0,44	0,54	0,77	0,67	0,85	0,65	0,66	0,43	0,52	0,30	0,60
506	P_d	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,99	0,99	0,99	0,60	0,60
508	CAC	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
510	CL	0,80	0,75	0,80	0,65	0,40	0,90	0,60	0,85	0,70	0,65	0,70	0,95
512	Disponible	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1

FIG. 6

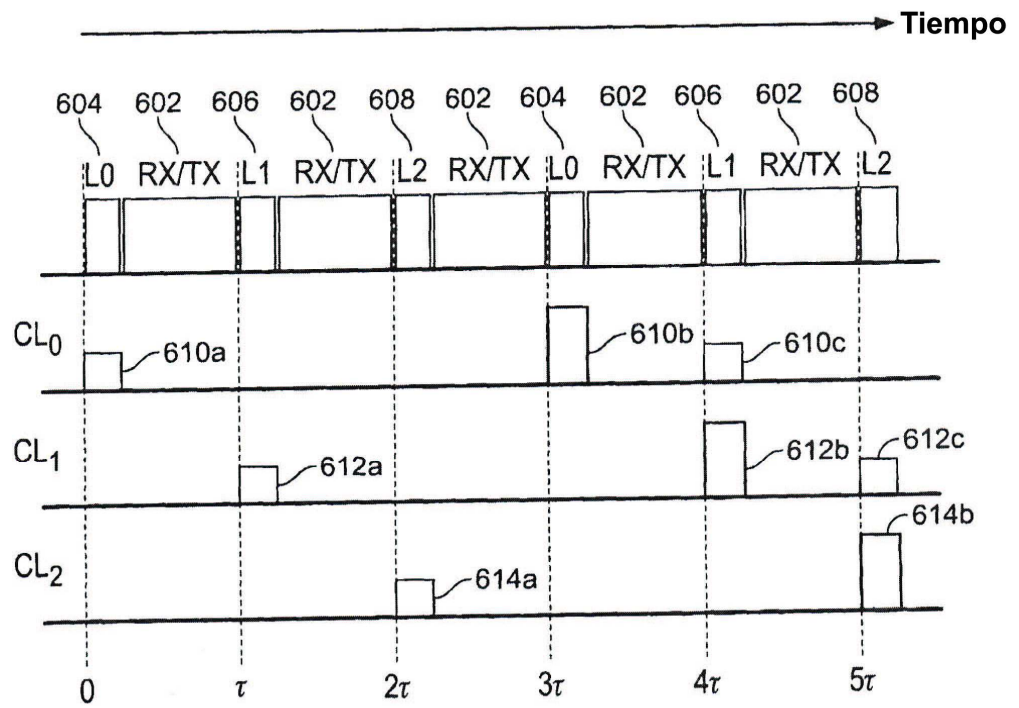


FIG. 7

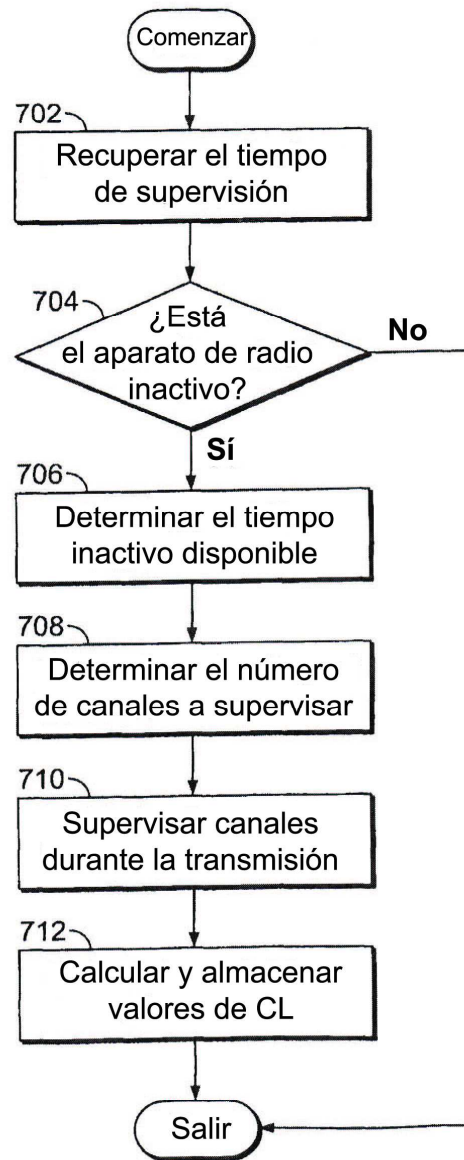


FIG. 8