

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 453 110**

51 Int. Cl.:

H04W 16/14 (2009.01)

H04W 24/10 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.03.2011** **E 11708235 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2014** **EP 2545726**

54 Título: **Detección de espacio en blanco de radio**

30 Prioridad:

09.03.2010 US 720281

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

04.04.2014

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

ROSENQVIST, ANDERS;
SUNDSTRÖM, LARS y
TILLMAN, FREDRIK

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 453 110 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

Detección de espacio en blanco de radio

5 ANTECEDENTES

La presente invención se refiere a comunicaciones inalámbricas, y más particularmente a la detección de transmisiones inalámbricas desde un usuario de un recurso espectral.

10 El espectro radio es un recurso limitado que se debería compartir entre muchos tipos diferentes de equipos tales como equipos celulares, de red de hogar, de difusión, y de comunicaciones militares. Históricamente, cada parte del espectro radio ha estado asignada a un cierto uso (llamado uso "con licencia" y/o "primario"). Esta estrategia ha provocado que todas las aplicaciones/usos no sean permitidos en la frecuencia portadora asignada excepto para aquellas aplicaciones incluidas en el acuerdo de licencia. En la práctica, esto provoca que grandes partes del espectro radio no sean usadas la mayor parte del tiempo. Por ejemplo, en la banda de Frecuencia Ultra Alta (UHF), donde tienen lugar difusiones de TV, grandes áreas geográficas están sin usar, principalmente debido a la gran potencia de salida necesaria para tales aplicaciones; esta gran potencia de salida obliga a una distancia de reutilización grande a fin de minimizar el riesgo de interferencia. Un ejemplo de tales áreas geográficas dentro de Escandinavia se ilustra en la FIGURA 1. En la FIGURA 1, las áreas sombreadas representan ubicaciones geográficas en las que una frecuencia portadora dada está siendo usada por un usuario con licencia (por ejemplo, por un TV de Radiodifusión). En las áreas restantes, los denominados "espacios en blanco", se asigna una frecuencia portadora dada al usuario con licencia pero no está siendo realmente usada por ese usuario.

25 A fin de hacer un mejor uso de los recursos espectrales con licencia, algunos países, en el futuro, permitirán servicios sin licencia (denominados usos "secundarios") que tengan lugar en áreas (llamadas "espacios en blanco") en las que el usuario con licencia (primario o "tradicional") no está transmitiendo. No obstante, el usuario primario siempre tendrá prioridad para el uso del espectro con la exclusión de otros. Por lo tanto, necesita estar en el lugar algún tipo de mecanismo para asegurar que los usuarios sin licencia no están causando interferencia al usuario con licencia.

30 Un mecanismo es instalar la red sin licencia en un área geográfica donde se conocen al menos partes del espectro con licencia que están sin usar.

35 No obstante, incluso se puede hacer más uso del espacio en blanco si el mecanismo de no interferencia adopta una estrategia de detección en la que opera sobre la frecuencia (o frecuencias) con licencia en el espacio en blanco solamente siempre y cuando no se detecten transmisiones de usuario sin licencia, y cesa tal operación tan pronto como se detectan transmisiones de usuario con licencia. En este contexto, cesar la operación puede significar cesar toda operación, o alternativamente puede significar cesar la operación solamente en aquellas frecuencias que se detectan como que están "en uso", y de otro modo continuar operando en otras frecuencias en el espacio en blanco. La detección de potencia u otras mediciones de intensidad de señal indicativas de la potencia que se presenta en una banda de frecuencia dada se usa para indicar un uso activo en ese espectro radio. Un ejemplo de un sistema de espacio en blanco que se estandariza actualmente es el IEEE 802.22.

45 Otra consideración con respecto a la detección de transmisiones de usuario con licencia es la colocación de los sensores. Cuando el uso secundario (por ejemplo, sin licencia) es para telecomunicaciones celulares, una solución es incluir los sensores en la estación base del sistema de comunicación móvil. Algunas veces, los propios sensores de la estación base (o la red) no proporcionan bastante información (por ejemplo, información acerca de las posiciones geográficas de los transmisores de espacio en blanco activos) para que las estaciones base tengan una imagen clara de la disponibilidad de espectro de espacio en blanco como una función de la posición geográfica. Sin esta información, es difícil para una estación base usar el espacio en blanco completamente. Para compensar esta carencia de información, puede ser necesario imponer márgenes de seguridad bastante amplios (por ejemplo con respecto a la frecuencia y/o potencia) a fin de impedir la interferencia de los usuarios sin licencia con el uso del usuario primario (con licencia) de frecuencias de espacio en blanco.

55 Como alternativa de situar los sensores en la estación base, se pueden distribuir sensores dedicados en todo el espacio en blanco. No obstante, esto aumenta la complejidad y coste de implementación de la red dentro del espacio en blanco.

60 Una forma alternativa de lograr un conjunto distribuido de sensores en todo el espacio en blanco es haber realizado la detección por cada uno de los terminales móviles que están situados dentro del espacio en blanco. Cada uno de estos terminales móviles realiza una operación de detección, e informa de sus descubrimientos al nodo principal (por ejemplo, la estación base de servicio del terminal móvil), los descubrimientos que son o bien en forma de datos en bruto o bien como algún tipo de datos procesados.

65 Un problema que se encuentra con respecto al escenario radio de espacio en blanco es la carencia de regulación cuando se trata de fuentes de interferencia. Dado que esta información no se conoce por el sistema, se debe

recoger y analizar información acerca del espectro disponible por el sistema antes de iniciar cualquier transmisión de datos. Más particularmente, en un escenario radio de espacio en blanco, un Equipo de Usuario (UE), que actúa en la capacidad del sensor de espacio en blanco, puede ser responsable de usar su(s) propia(s) antena(s) para detectar (medir) la potencia recibida de señales radio dentro de diferentes partes del espectro radio. Por ejemplo, un UE puede tener la tarea de detectar qué canales de DVB-T tienen una potencia recibida por encima de algún cierto umbral. (El patrón de donde los canales pueden aparecer en el espectro se conoce sin duda). Uno también podría considerar el uso de un sistema de posicionamiento como GPS en combinación con una base de datos (por ejemplo, almacenada en el UE y opcionalmente recibida desde un servidor) para permitir que sean puestos a disposición detalles adicionales con respecto a los patrones de uso del canal esperados con respecto a una posición dada.

Hoy en día, este tipo de función de detección se puede realizar en un canal a la vez. La detección de un único canal se permite que continúe hasta que la probabilidad de tener una potencia recibida por encima de un cierto umbral es menor que algún umbral de probabilidad aceptable. No obstante, el tiempo gastado detectando cada canal único uno por uno tiene sentido, provocando bastante tiempo para la tarea de detección total. La tarea de detección puede consumir de esta manera una gran cantidad de tiempo, recursos de procesador y/o batería, especialmente si tiene que ser hecha a menudo y para un espectro total grande.

Blaschke V. et al., "A Cognitive Radio Receiver Supporting Wide-Band Sensing", TALLERES DE COMUNICACIONES, 2008, TALLERES ICC '08, CONFERENCIA INTERNACIONAL DEL IEEE, IEEE, Piscataway, NJ, EE.UU., 19 de mayo de 2008, páginas 499-503, XP031265288, ISBN: 978-1-4244-2052-0 describe una técnica de detección de banda ancha en la que la banda se divide en un número de sub bandas, que se detectan. En base a las mediciones tomadas en la gama de frecuencia entre 41 MHz y 910 MHz se descubren requisitos para convertidores analógico a digital de radios cognitivas. Adicionalmente, los resultados de la medición se analizan con respecto a escenarios de asignación esperados y sus impactos en detección espectral. Derivado de estos resultados y de una comparación de mecanismos de detección espectral general, se presenta un planteamiento para un receptor radio cognitivo que permite detección de banda ancha. Similar información se presenta en Shi Quan et al., "Optimal Multiband Joint Detection for Spectrum Sensing in Cognitive Radio Network", TRANSACCIONES DEL IEEE EN PROCESAMIENTO DE SEÑAL, Centro de Servicio del IEEE, Nueva York, NY, EE.UU., vol. 57, nº 3, 1 de marzo de 2009, páginas 1.128-1.140, XP011248851, ISSN: 1053-587X.

Por lo tanto es deseable tener formas de detección en el UE que ahorren tiempo, recursos de procesador, y/o recursos de batería comparado con las formas de hacerlo hoy en día.

COMPENDIO

Se debería enfatizar que los términos "comprende" y "que comprende", cuando se usan en esta especificación, se toman para especificar la presencia de los rasgos, enteros, pasos o componentes indicados; pero el uso de estos términos no excluye la presencia o adición de uno o más de otros rasgos, enteros, pasos, componentes o grupos de los mismos.

Según un aspecto de la presente invención, los anteriores y otros objetos se logran en los métodos y aparatos en los que se opera un equipo de usuario que tiene un receptor. Esta operación incluye obtener información acerca de un conjunto de canales a ser detectados en un proceso de detección, en donde cada canal está asociado con una respectiva de una pluralidad de radiofrecuencias. El receptor obtiene una señal de radiofrecuencia detectando simultáneamente dos o más de los canales incluidos en el conjunto de canales. Se mide un nivel de potencia total de los dos o más canales detectados, y se genera un resultado de la comparación comparando el nivel de potencia total de los dos o más canales detectados con un nivel de potencia predeterminado. El equipo de usuario se controla entonces en base al resultado de la comparación.

En algunas realizaciones, controlar el equipo de usuario en base al resultado de la comparación comprende, para la duración del proceso de detección, inhibir una detección adicional de los dos o más canales si el nivel de potencia total de los dos o más canales detectados es menor que el nivel de potencia predeterminado.

En otro aspecto de algunas realizaciones, controlar el equipo de usuario en base al resultado de la comparación comprende detectar los dos o más canales por medio de un proceso de detección diferente si el nivel de potencia total de los dos o más canales detectados no es menor que el nivel de potencia predeterminado. Por ejemplo, el proceso de detección diferente puede comprender medir un nivel de potencia total de al menos uno pero menor que todos los dos o más canales detectados. El nivel de potencia total de al menos uno pero menor que todos los dos o más canales detectados se compara entonces con el nivel de potencia predeterminado.

En otro aspecto de algunas realizaciones, la información acerca del conjunto de canales a ser detectados es una información que define una gama contigua de frecuencias que se extienden en un ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con dos o más canales. En algunas de estas realizaciones, operar el receptor para obtener una señal de radiofrecuencia detectando simultáneamente dos o más de los canales incluidos en el conjunto de canales comprende operar el receptor para obtener una señal de radiofrecuencia detectando simultáneamente la gama contigua de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los

dos o más canales.

5 Considerando tales realizaciones además, en algunas de ellas controlar el equipo de usuario en base al resultado de la comparación comprende, para la duración del proceso de detección, inhibir además la detección de la gama contigua de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales si el nivel de potencia total de la gama contigua detectada de frecuencias que se extiende en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales es menor que el nivel de potencia predeterminado.

10 En otro aspecto de algunas de tales realizaciones, la operación del equipo de usuario incluye indicar que la gama contigua de frecuencias que se extiende en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales no está en uso por un equipo de transmisión externo si el nivel de potencia total de la gama contigua detectada de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales es menor que el nivel de potencia predeterminado.

15 En otro aspecto de algunas realizaciones, si el nivel de potencia total de la gama contigua de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales no es menor que el nivel de potencia predeterminado, entonces la gama contigua de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales se divide en dos o más gamas contiguas más pequeñas de frecuencias, cada una que se extiende en un ancho de banda lo bastante grande para ser asociada con al menos un canal. La operación además incluye entonces detectar si cada una de las gamas contiguas más pequeñas de frecuencias se asocia con un nivel de potencia recibido que es menor que uno respectivo de una pluralidad de niveles de potencia predeterminados inferiores. En algunas realizaciones alternativas, se usa un único nivel de potencia predeterminado en lugar de la pluralidad de niveles de potencia predeterminados inferiores.

20 Aún en otro aspecto, puede ser el caso que al menos una de las gamas contiguas más pequeñas de frecuencias se extienden en un ancho de banda lo bastante grande para ser asociada con dos o más canales. En tales casos, algunas realizaciones incluyen, para cada una de las gamas contiguas más pequeñas de frecuencias que se extienden en un ancho de banda lo bastante grande para ser asociada con dos o más canales, operar el receptor para obtener una señal de radiofrecuencia detectando simultáneamente la gama contigua más pequeña de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales.

35 Aún en otro aspecto, los dos o más canales a ser detectados simultáneamente se seleccionan por medio de un proceso de selección que incluye determinar que cada uno de los dos o más canales tiene un nivel de potencia de canal estimado correspondiente por debajo de un nivel de potencia umbral predeterminado.

40 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los objetos y ventajas de la invención se entenderán leyendo la siguiente descripción detallada en conjunto con los dibujos en los cuales:

45 La FIGURA 1 ilustra áreas geográficas que constituyen los denominados "espacios en blanco" situados en Escandinavia.

La FIGURA 2 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar en el que se despliegan y utilizan varios aspectos de la invención.

La FIGURA 3 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de pasos/procesos/funciones, llevados a cabo por un UE ejemplar consistente con la invención para infundir en el UE una capacidad de detección de espectro radio.

50 La FIGURA 4 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de pasos/procesos/funciones, llevados a cabo por un UE ejemplar consistente con realizaciones alternativas de la invención para infundir en el UE una capacidad de detección de espectro radio.

La FIGURA 5 es un diagrama de flujo de un UE adaptado con circuitería configurada para llevar a cabo los diversos aspectos de la invención.

55 La FIGURA 6 es un gráfico que muestra la potencia asociada con cada uno de un número de canales, y las mediciones hechas en estos canales según los aspectos de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

60 Los diversos rasgos de la invención se describen con referencia a las figuras, en las cuales partes iguales se identifican con los mismos caracteres de referencia.

65 Los diversos aspectos de la invención se describirán ahora en mayor detalle en conexión con un número de realizaciones ejemplares. Para facilitar una comprensión de la invención, muchos aspectos de la invención se describen en términos de secuencias de acciones a ser realizadas por elementos de un sistema informático u otro hardware capaz de ejecutar instrucciones programadas. Se reconocerá que en cada una de las realizaciones, las

diversas acciones se podrían realizar por circuitos especializados (por ejemplo, puertas lógicas analógicas y/o discretas interconectadas para realizar una función especializada), por uno o más procesadores programados con un conjunto adecuado de instrucciones, o por una combinación de ambos. El término "circuitaría configurada para" realizar una o más acciones descritas se usa en la presente memoria para referirse a cualquier realización tal (es decir, uno o más circuitos especializados y/o uno o más procesadores especializados). Además, la invención se puede considerar adicionalmente que sea incorporada totalmente dentro de cualquier forma de portador legible por ordenador, tal como una memoria de estado sólido, disco magnético, o disco óptico que contiene un conjunto de instrucciones de ordenador adecuadas que haría a un procesador llevar a cabo las técnicas descritas en la presente memoria. De esta manera, los diversos aspectos de la invención se pueden incorporar de muchas formas diferentes, y todas de tales formas se contempla que estén dentro del alcance de la invención. Para cada uno de los diversos aspectos de la invención, cualquier forma tal de realizaciones como se describió anteriormente se puede conocer en la presente memoria como "lógica configurada para" realizar una acción descrita, o alternativamente como "lógica que" realiza una acción descrita.

Estos y otros aspectos se describen ahora en más detalle a continuación.

A fin de proporcionar un contexto para comprender la utilidad de las realizaciones consistente con la invención, se presentará una aplicación en la que los terminales móviles (denominados "Equipos de Usuario", o "UE") en un sistema de comunicación móvil están llamados a realizar detección de espacio en blanco debido a su operación sin licencia en un espacio en blanco, como se trató en la sección de Antecedentes anterior. Se entenderá que esto se presenta meramente para los propósitos de ilustración y no se pretende limitar el alcance de la invención. Al contrario, los expertos en la técnica reconocerán que la funcionalidad de detección se puede emplear en muchas aplicaciones diferentes que no tiene nada que ver con comunicación móvil.

La FIGURA 2 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar en el que los UE están configurados para usar una funcionalidad de detección de espacio en blanco como se proporciona por realizaciones consistentes con la invención. Un usuario con licencia (LU) 201 se representa operando dentro de un área geográfica que incluye un espacio en blanco 203. Las transmisiones del usuario con licencia 201 se pretende que sean recibidas, por ejemplo, por uno o más receptores con licencia, solamente uno de los cuales (el receptor con licencia 205) se representa. Un sistema de comunicación móvil se configura según diversos aspectos de la invención para permitirlo operar como un usuario sin licencia dentro del espacio en blanco 203. El sistema de comunicación móvil incluye una estación base de servicio 207 que sirve uno o más UE, incluyendo los UE 209, 211, 213, y 215. En el contexto de la invención, la estación base 205 ejemplifica un "nodo principal". En otras realizaciones diferente equipo constituye el "nodo principal". Por ejemplo, en sistemas WLAN, un encaminador puede operar como un nodo principal en el contexto de la invención. Para facilitar la legibilidad de este documento, el término bien conocido "estación base" se usa en la presente memoria como un término genérico que cubre no solamente las estaciones base en el sentido tradicional, sino también todas las formas de nodos de acceso radio en todas formas de tecnologías de acceso radio, de las cuales el equipo de comunicación celular y la tecnología WLAN no son más que dos ejemplos.

En la realización ejemplar, uno o más de los UE 209, 211, 213, y 215 son para realizar la tarea de detectar qué canales (en su caso) están transportando una señal que tiene una potencia recibida por encima de algún cierto umbral. Si un UE no tiene idea de qué canales pueden tener un nivel de potencia recibido por encima del cierto umbral, entonces la detección no se basa en ningún conocimiento en absoluto, o en las suposiciones que hace el UE. En tales casos, la tarea de detección lleva una cierta cantidad de tiempo, en la presente memoria indicada "A".

Si el UE tiene una estimación inicial de cuáles serán las potencias recibidas de los canales posibles respectivos, entonces el receptor puede mejorar (es decir, reducir) su tiempo de detección detectando, en una única operación simultánea, una pluralidad de esos canales cuyos niveles de potencia recibidos se estiman que son bajos. La meta es detectar simultáneamente canales que probablemente no van a estar en uso, de manera que un única medición de potencia que cubre todos los canales puede indicar si este es el caso realmente. Esta operación de detección simultánea se puede realizar prácticamente en la misma cantidad de tiempo que se requeriría para detectar sólo uno de tales canales. Si el UE tiene un tipo de receptor que puede combinar diferentes partes del espectro y formar una única señal en banda base a partir del mismo, entonces la pluralidad de canales pueden ser, pero no se requiere que sean, contiguos.

La pluralidad de canales a ser agrupados juntos en una única operación de detección se puede seleccionar en base a una estimación inicial de los niveles de potencia recibidos, y si la estimación está lo bastante cerca a los niveles reales, entonces el UE será capaz de hacer su detección usando solamente una cantidad de tiempo en la presente memoria indicada "B", en donde $B < A$.

Si la estimación inicial del nivel de potencia recibido para la señal en banda base derivado de la combinación de partes del espectro radio no está lo bastante cerca a los niveles reales dentro de esta parte del espectro, entonces el UE detectará esto mientras que realiza una o más de las operaciones de detección simultáneas correspondientes. En respuesta a esta detección, el UE realiza algunas operaciones de detección adicionales para los canales que estaban implicados en las operaciones simultáneas sin éxito. (En este contexto, el término "éxito" significa que un

grupo de canales fue encontrado que, debido a su potencia combinada que es menor que un nivel umbral, parece no estar en uso por un operador con licencia o por otro usuario sin licencia). El tiempo total usado para la detección bajo estas circunstancias se indica en la presente memoria "C", en donde $C > B$. También puede ser verdad que $C > A$ (por ejemplo, si ninguna de las operaciones simultáneas tienen éxito) aunque el tiempo esperado, $p(B) \cdot B + p(C) \cdot C$ (en donde "p(..)" representa una función de probabilidad) debería ser menor que A.

Se apreciará que la estrategia de detectar simultáneamente una pluralidad de canales aún se puede usar incluso si el UE no tiene una estimación adicional de cuáles serán las potencias recibidas de los canales posibles respectivos, y que esta estrategia aún puede producir resultados mejorados sobre tener que detectar cada canal individualmente.

La FIGURA 3 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de pasos/procesos/funciones, llevados a cabo por un UE ejemplar consistente con la invención para infundir en el UE una capacidad de detección eficiente. En otro aspecto, la FIGURA 3 se puede considerar para representar los diversos elementos de la circuitería 300 configurada para llevar a cabo las diversas funciones descritas en la FIGURA 3 y su texto de soporte. Los expertos en la técnica serán capaces fácilmente de diseñar tal circuitería (por ejemplo, como procesadores programados, Circuitos Integrados de Aplicaciones Específicas, otras combinaciones cableadas de puertas lógicas) a partir de la descripción funcional proporcionada en la presente memoria en combinación con las técnicas de diseño conocidas.

Para comenzar la detección, la circuitería (por ejemplo, en un UE) recibe un conjunto de canales que van a ser medidos (301). La meta de esta medición es determinar, en su caso, cuál de los canales tiene un nivel de potencia recibido que está por debajo de un nivel de potencia estimado inicial, P_{est} , debido a que esto es un indicador de que ni el equipo tradicional ni ningún otro equipo sin licencia está activo en esos canales.

El UE también obtiene estimaciones iniciales del nivel de potencia de canal de los diversos canales a ser medidos (paso 303). Las estimaciones iniciales del nivel de potencia de canal para estos canales pueden ser estimaciones generadas por el UE por sí mismo (por ejemplo, de una ocasión anterior, tal como de un momento previo que se realizó una operación de detección). Alternativamente, las estimaciones se pueden suministrar por una fuente externa, tal como un servidor disponible para el UE a través de, por ejemplo, alguna red radio (no de espacio en blanco).

Si el UE se mueve "rápidamente" (los expertos en la técnica reconocerán fácilmente que lo que se considera que es un movimiento "rápido" es totalmente dependiente de la realización del sistema particular), entonces la estimación inicial del UE por sí mismo puede llegar a estar pronto desactualizada. De manera similar, si el UE no ha realizado una operación de detección en la banda real durante un tiempo, entonces su propia estimación inicial también puede estar desactualizada. Esto daña el rendimiento debido a que las estimaciones iniciales desactualizadas aumentan tanto la $p(C)$ como C y la detección puede, en media, llevar más tiempo y/o recursos/batería.

Usar una fuente externa para proporcionar la estimación inicial del nivel de potencia de canal P_{est} en lugar de una estimación inicial generada por el UE por sí mismo es ventajoso para los UE que viajan "rápidamente", para los UE situados en entornos que son cambiantes y/o para los UE para los cuales la tarea de detectar una parte particular del espectro se realiza muy rara vez.

Volviendo a la discusión de la FIGURA 3, se realiza ahora un bucle en el que se miden los canales a ser medidos. Para comenzar el bucle, la circuitería averigua si hay una pluralidad de canales a ser medidos simultáneamente (bloque de decisión 305). Por ejemplo, las estimaciones iniciales de potencia puede hacer evidente a la circuitería dentro del UE cuyo grupo de canales es probable que tenga niveles de potencia suficientemente por debajo del nivel umbral, P_{th} , que una medición combinada de estos canales aún puede producir una medición de potencia por debajo del nivel umbral, P_{th} . Si hay al menos una de tal pluralidad de canales ("SÍ" del camino de salida del bloque de decisión 305) entonces se selecciona una de estas pluralidades (suponiendo que más de una pluralidad de canales permanece en la lista total de canales a ser medidos), y la pluralidad seleccionada de canales se reciben y convierten juntos en una señal en banda base en cuyo nivel de potencia recibido se mide (paso 307). A continuación, se realiza una prueba para averiguar si el nivel de potencia medido, que corresponde a la pluralidad de canales, está por debajo del nivel de potencia umbral P_{th} (bloque de decisión 309). Si lo está ("SÍ" del camino de salida del bloque de decisión 309), entonces se puede concluir que no está transmitiendo ningún equipo tradicional en ninguno de los canales incluidos dentro de la pluralidad de canales. Consecuentemente, se hace alguna indicación para conservar los resultados de medición (por ejemplo, los resultados de medición u otra indicación de que cada canal dentro de la pluralidad de canales tiene un nivel de potencia por debajo del nivel de potencia umbral, P_{th} , se pueden almacenar localmente dentro del UE o alternativamente comunicar a un nodo dentro de la red de comunicación) (paso 311). A continuación, la pluralidad de canales se elimina de la lista de canales que quedan por ser medidos (paso 313) y el procesamiento regresa al bloque de decisión 305 para repetir el bucle para los canales restantes.

Volviendo a la discusión del bloque de decisión 309, si la potencia total de la pluralidad medida de canales no está por debajo del nivel de potencia umbral P_{th} ("NO" del camino de salida del bloque de decisión 309), entonces esto es un indicador de que al menos uno (pero posiblemente más de uno) de los canales está siendo usado por un equipo

tradicional. Consecuentemente, la pluralidad seleccionada de canales se mide por medio de una técnica diferente (por ejemplo, una a la vez, o dividiendo la pluralidad seleccionada de canales en dos o más pluralidades más pequeñas de canales a ser medidos) para identificar exactamente cuál(es) de la pluralidad seleccionada de canales se usa/n por un equipo tradicional (paso 315).

En algún punto durante la ejecución del bucle, ya no hay una pluralidad de canales que se puedan medir simultáneamente (“NO” del camino de salida del bloque de decisión 305). Si hay algunos canales pendientes de ser medidos, entonces éstos se miden individualmente y prueban para determinar si su nivel de potencia recibido individual está por debajo del nivel de potencia umbral, P_{th} (paso 317). Los resultados de esa prueba indican si el canal individual está siendo usado por un equipo tradicional (es decir, el nivel de potencia recibido real por debajo de P_{th} indica un canal que no está siendo usado; el nivel de potencia recibido real en o por encima de P_{th} se considera que está en uso).

La realización anterior suponía que los canales particulares se podrían identificar por adelantado y combinar de alguna forma para medición simultánea. En realizaciones alternativas, necesitan ser conocidas por adelantado estimaciones iniciales de los niveles de potencia de canal. En estas realizaciones, la circuitería intenta encontrar un ancho de banda específico que tiene una potencia integrada total por debajo de un cierto límite. La realización ilustrada emplea un planteamiento recurrente en el que se hace un intento de medir un ancho de banda especificado inicialmente en un paso. Si el ancho de banda especificado inicialmente no tiene una potencia total menor que un nivel de potencia umbral especificado (lo cual indicaría que la banda especificada no está en uso), la banda especificada inicialmente se divide en N bandas más pequeñas y el proceso se repite para cada una de estas bandas. En algún punto, una banda no se puede romper en bandas más pequeñas, y el proceso se detiene para esa parte del espectro. Cuando el ancho de banda acumulado que se ha medido alcanza el ancho de banda especificado inicialmente la tarea de medición se termina.

Realizaciones ejemplares de este planteamiento alternativo se ilustran en FIGURA 4 la cual, en un aspecto, es un diagrama de flujo de pasos/procesos/funciones, llevados a cabo por un UE ejemplar consistente con la invención para inferir en el UE una capacidad de detección eficiente. En otro aspecto, la FIGURA 4 se puede considerar que representa los diversos elementos de circuitería 400 configurados para llevar a cabo las diversas funciones descritas en la FIGURA 4 y su texto de soporte. Los expertos en la técnica serán fácilmente capaces de diseñar tal circuitería (por ejemplo, como procesadores programados, Circuitos Integrados de Aplicaciones Específicas, otras combinaciones cableadas de puertas lógicas) a partir de la descripción funcional proporcionada en la presente memoria en combinación con técnicas de diseño conocidas.

Las realizaciones ilustradas en la FIGURA 4 son especialmente útiles para permitir a la circuitería detectar y consecuentemente identificar esas sub bandas (en su caso) dentro de una banda especificada (definida por una frecuencia inferior (f_L) y una frecuencia superior (f_U) cuyos niveles de potencia recibida están por debajo de un nivel de potencia umbral predefinido (P_{lim}). Estas sub bandas identificadas se pueden considerar que no son usadas por ningún equipo tradicional u otro, y por lo tanto también se pueden considerar que son “bandas candidatas”, es decir, bandas de frecuencia que son candidatas para ser usadas por el equipo de usuario tradicional debido a que probablemente no causarían interferencia a ningún equipo tradicional u otro. (Se apreciará que puede no ser posible extraer esta conclusión a partir de las mediciones obtenidas solamente por un único UE, y que pueden ser necesarias mediciones de una pluralidad de UE u otros sensores para alcanzar un nivel de confianza de que una sub banda particular realmente no es usada por otro equipo).

El punto de entrada al procesador se indica como `measure_band` (f_L , f_U , P_{lim}) 401. Para facilitar la ilustración de varios aspectos, esta realización particular es recurrente, así que se verá más tarde que el proceso realmente se llama (es decir, se invoca) a sí mismo con diferentes parámetros de entrada. Los expertos en la técnica serán fácilmente capaces de derivar realizaciones no recurrentes en base a los diversos aspectos ilustrados en la presente memoria.

Determinar si la banda de frecuencia especificada se puede considerar una banda candidata incluye medir la potencia recibida (P_{banda}) de la banda de frecuencia especificada (paso 403) y entonces comparar la potencia recibida (P_{banda}) con el nivel umbral de potencia predefinido (P_{lim}) (bloque de decisión 405). Si el nivel de potencia medido (P_{banda}) es menor que el nivel de potencia umbral, P_{lim} , (“SÍ” del camino de salida del bloque de decisión 405), entonces la banda de frecuencia específica se puede considerar que no es usada por un equipo tradicional u otro. Por lo tanto, la información que representa (por ejemplo, que identifica) la banda de frecuencia específica junto con su potencia medida y cualquier mecanismo para designar ésta como una banda candidata (por ejemplo, marcador, o almacenamiento en una lista o campo particular de una base de datos) se almacenan en cualquier tipo de medios de almacenamiento (por ejemplo, magnéticos, electrónicos, ópticos, etc.) (paso 407). Alternativamente, o además, esta misma información se puede proporcionar a otro nodo del sistema o proceso que utiliza la información directamente. El proceso de medición de banda entonces existe (paso 409).

Volviendo a la discusión del bloque de decisión 405, si el nivel de potencia medido (P_{banda}) no es menor que el nivel de potencia umbral, P_{lim} , (“NO” del camino de salida del bloque de decisión 405), entonces la banda de frecuencia

específica no se puede considerar que no es usada por un equipo tradicional u otro (es decir, puede estar en uso por otro equipo). Para evitar interferir con este otro equipo, la circuitería del UE puede no usar libremente la banda específica. No obstante, puede ser el caso que partes de la banda específica no estén usadas, y que estas partes no usadas se puedan designar como bandas candidatas.

Por lo tanto, la circuitería primero comprueba ver si el ancho de banda de la banda específica es menor que un tamaño de ancho de banda mínimo (indicado como "BW_{lim}") que se puede dividir en anchos de banda utilizables más pequeños. Si el tamaño del ancho de banda específico no es más pequeño que el ancho de banda mínimo ("NO" del camino de salida del bloque de decisión 411) entonces se puede separar en anchos de banda más pequeños que se pueden detectar/medir individualmente para determinar si están en uso. Por consiguiente, la presente banda específica se divide en una pluralidad, N , de bandas más pequeñas, cada una que se extiende en una frecuencia inferior $f_{L,j}$ y una frecuencia superior $f_{U,j}$, en donde $1 \leq j \leq N$, y se determina (paso 413) un valor umbral de potencia correspondiente para cada una de las bandas más pequeñas, $P_{lim,j}$.

Esta estrategia ahora es determinar cuáles, en su caso, de estas bandas más pequeñas se pueden caracterizar como una banda de frecuencia candidata. En esta realización ejemplar, esto se hace probando la pluralidad de bandas más pequeñas secuencialmente, aunque en realizaciones alternativas se pueden adoptar otros planteamientos. Continuando con una discusión de esta realización, un contador de bucle, k , se inicia a 1 (paso 415).

El bucle entonces comienza probando el contador de bucle para averiguar si es mayor que el número total, N , de bandas más pequeñas (bloque de decisión 417). Si no es, entonces la banda más pequeña que corresponde a $j=k$ se detecta/mide para determinar si la potencia recibida en esta banda más pequeña es menor que el límite de potencia correspondiente, $P_{lim,k}$ para esta banda más pequeña. Esto se expresa eficientemente y, se implementa en algunas realizaciones, por medio de recursividad. Específicamente, el proceso se invoca a sí mismo, pero esta vez con parámetros de entrada que definen la banda más pequeña ($f_{L,k}$, $f_{U,k}$) y su potencia límite correspondiente ($P_{lim,k}$). Se apreciará que aunque, en algunas realizaciones, el límite de potencia correspondiente ($P_{lim,k}$) puede cambiar en correspondencia con la profundidad de recursividad, en otras realizaciones no y en su lugar se mantiene el mismo en todas partes. Cuando el proceso vuelve de la llamada del procedimiento, habrá averiguado si la potencia medida de la banda más pequeña es menor que el límite de potencia correspondiente para esa banda más pequeña, y si es así, almacenará o de otro modo usará esta información como se indica en el paso 407.

Cuando se ha completado la invocación del proceso en el paso 419 y el control ha pasado de vuelta al proceso que llama, el contador de bucle, k , se aumenta (paso 421) y el procesamiento regresa al bloque de decisión 417 para determinar si todas de las N bandas de frecuencia más pequeñas se han detectado/medido. Si todas ellas se han analizado ("SÍ" del camino de salida del bloque de decisión 417), el proceso finaliza (paso 423).

Se reconocerá que, debido a la naturaleza recurrente de este proceso, determinar si la banda más pequeña tiene un nivel de potencia correspondiente por debajo del límite de potencia correspondiente puede, por sí mismo, incluir dividir la banda más pequeña en un número de bandas aún más pequeñas, y hacer determinaciones individuales para cada una de estas bandas más pequeñas. En algún punto, una banda cuya potencia no es menor que su límite de potencia correspondiente no puede ser dividida (más) en bandas más pequeñas. Cuando esto se detecta ("SÍ" del camino de salida del bloque de decisión 411), la presente invocación del proceso finaliza (paso 425).

Por lo tanto se apreciará que la FIGURA 4 ejemplifica más bien realizaciones genéricas de un procedimiento de medición según aspectos de la invención. Tales realizaciones contienen el parámetro "P_{lim}" que, en el planteamiento recurrente, se puede cambiar a "P_{lim,j}" en el paso 413 según llega a ser más pequeña la banda ($f_{L,j}$, $f_{U,j}$). No obstante, en un grupo de realizaciones, el parámetro P_{lim} puede ser el mismo que el valor umbral "P_{th}" usado en las realizaciones ilustradas por la FIGURA 3 (es decir, $P_{lim,j} = P_{lim} = P_{th}$). Si este es el caso, las realizaciones ejemplificadas por la FIGURA 4 pueden representar las "diferentes técnicas de medición" a las que se refiere en el bloque 315 de la FIGURA 3. De esta manera, la medición simultánea de una pluralidad de canales se repite con el mismo planteamiento pero sobre gamas de frecuencia más pequeñas hasta que se han medido todos de la pluralidad de canales.

Para ilustrar además aspectos de realizaciones consistentes con la invención, la FIGURA 5 es un diagrama de bloques de un UE ejemplar 501 adaptado con circuitería configurada para llevar a cabo los diversos aspectos de la invención. En aras de la claridad, solamente se representan aquellos componentes que tienen particular relevancia para la invención. Los expertos en la técnica entenderán fácilmente que el UE 501 también incluye otra circuitería (no representada) que es bien conocida en la técnica y por lo tanto no necesita ser descrita en la presente memoria.

En este ejemplo, el UE 501 emplea la denominada tecnología de comunicación de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO). Los sistemas MIMO emplean múltiples antenas en el transmisor y receptor (por ejemplo, las antenas de los UE 503-1, 503-2, ..., 503-N) para transmitir y recibir información. El receptor puede explotar las dimensiones espaciales de la señal en el receptor para lograr una eficiencia espectral más alta y tasas de datos más altas sin aumentar el ancho de banda. No obstante, el uso de tecnología de comunicación MIMO no es de ninguna manera

esencial para la invención; en realizaciones alternativas, el UE 501 podría emplear sólo una única antena.

La estación base (nodo principal) (no se muestra en la FIGURA 5) comunica con el UE 501 a través de un canal de múltiples trayectos. En transmisiones de enlace descendente, una señal de información, $I_{DL}(t)$, (por ejemplo, en forma de un flujo de datos binario) se suministra a la estación base, que aplica tales procesos como codificación de error, correlacionando los bits de entrada con símbolos de modulación complejos, y generando señales de transmisión para cada una de una o más antenas de transmisión. Después de la conversión de frecuencia ascendente, filtrado, y amplificación, la estación base transmite las señales de transmisión desde su una o más antenas de transmisión sobre el canal al UE 501.

El equipo receptor en el UE 501 demodula y decodifica la señal recibida en cada una de sus antenas 503-1, 503-2, ..., 503-N. El UE 501 incluye un controlador 507 para controlar la operación de varios componentes del UE, incluyendo la circuitería de procesamiento de la señal del transceptor 505. La circuitería de procesamiento de la señal del transceptor 505 demodula y decodifica la señal de enlace descendente transmitida desde la estación base. En ausencia de errores de bit, la señal de salida desde el UE 501, $\hat{I}_{DL}(t)$, será la misma que la señal de información de enlace descendente original $I_{DL}(t)$.

El UE 501 además es capaz de usar su circuitería de procesamiento de transceptor 505 para generar una señal de radiofrecuencia a partir de una señal de información original, $I_{UL}(t)$, y transmitir esta señal de radiofrecuencia a una estación base de servicio a través de su una o más antenas 503-1, 503-2, ..., 503-N. Esto se ilustra en la FIGURA 5 por medio de la señal de información de enlace ascendente $I_{UL}(t)$ que se suministra como entrada a la circuitería de procesamiento de la señal del transceptor 505.

El controlador 507 está configurado además para hacer al UE 501 llevar a cabo procesos tales como aquéllos ejemplificados por cualquiera de las dos de las FIGURA 3 y 4. De esta manera, el controlador 507 hace a la circuitería de procesamiento de la señal del transceptor 505, en conjunto con otra circuitería en el UE 501, realizar las operaciones de detección anteriormente descritas. En algunas realizaciones, los resultados de la detección se almacenan en una unidad de almacenamiento 509. Además, o como alternativa, los resultados de la detección se comunican a otro nodo (por ejemplo, el nodo principal) el cual entonces toma las acciones adecuadas en base a la información. Una descripción detallada de tales acciones va más allá del alcance de la invención y por tanto no se presentará aquí.

Para ilustrara además aspectos de realizaciones consistentes con la invención, se proporciona un ejemplo en el que se proporciona un número de canales, algunos de los cuales están siendo usados por un equipo tradicional u otro, y otros que no lo están. La FIGURA 6 es un gráfico que muestra la potencia asociada con cada uno de un número de canales, y las mediciones hechas en estos canales según aspectos de la invención. En este ejemplo, se dan instrucciones a un UE para encontrar cinco canales contiguos que sería admisible usar (es decir, tal uso no interferiría con un usuario tradicional u otro preexistente de los canales).

El UE intenta usar una estimación inicial que guíe dónde es mejor comenzar a medir (es decir, dónde es más probable encontrar canales admisibles para usar). En este ejemplo, se supone que el UE tiene canales medidos previamente 1 hasta 10 y encontró que todos estaban no usados. Por lo tanto, el UE hace una primera medición simultánea de todos los 10 canales para ver si la potencia total está aún por debajo del nivel umbral " P_{th} ". Si esto aún es cierto, todos los canales individuales están aún por debajo del umbral, por tanto cualesquiera cinco de ellos contiguos satisfarían los requisitos buscados.

No obstante, en este ejemplo la potencia total dentro del ancho de banda definido por los diez canales es más alta que el umbral " P_{th} ". Esto se puede ver fácilmente en la FIGURA 6, en la que la potencia en el eje vertical está en escala logarítmica. Debido a que los diez canales juntos no se pueden considerar no usados por otro equipo, el UE divide la banda hasta en dos nuevas pluralidades, tal como una primera pluralidad que comprende los canales 1-5 y una segunda pluralidad que comprende los canales 6-10. Una segunda medición, realizada sobre la primera pluralidad de canales, muestra una potencia total menor que el umbral " P_{th} ", lo cual significa que el UE ha encontrado cinco canales contiguos, así que no se necesita una tercera medición. De esta manera, después de solamente dos operaciones de medición, el UE puede informar al dispositivo solicitante (por ejemplo, una estación base). Las ventajas de esta metodología se pueden ver comparando este resultado con lo que habría sido requerido si el UE hubiera tenido que medir todos los canales individuales (es decir, habrían sido requeridas un mínimo de cinco mediciones antes de ser capaz de informar un resultado al dispositivo solicitante).

Realizaciones consistentes con la invención proporcionan un número de ventajas sobre las técnicas convencionales. Una de estas ventajas es que un UE está dotado con la capacidad de averiguar rápidamente si un cierto conjunto de canales está disponible para transmisión inalámbrica.

La invención se ha descrito con referencia a realizaciones particulares. No obstante, será fácilmente evidente para los expertos en la técnica que es posible realizar la invención en formas específicas distintas de aquéllas de la realización descrita anteriormente. De esta manera, las realizaciones descritas son meramente ilustrativas y no se

deberían considerar restrictivas de ningún modo. El alcance de la invención se da por las reivindicaciones adjuntas, más que la descripción precedente, y todas las variaciones y equivalentes que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones se pretende que estén abarcadas en las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un método de operación de un equipo de usuario (501) que comprende un receptor (505), el método que comprende:

5 obtener información acerca de un conjunto de canales a ser detectados en un proceso de detección (401), en donde cada canal está asociado con una respectiva de una pluralidad de radiofrecuencias;
 10 operar el receptor para obtener una señal de radiofrecuencia detectando simultáneamente dos o más de los canales incluidos en el conjunto de canales;
 15 medir un nivel de potencia total de los dos o más canales detectados;
 20 generar un resultado de comparación comparando el nivel de potencia total de los dos o más canales detectados con un primer nivel de potencia predeterminado; y
 controlar el equipo de usuario en base al resultado de la comparación,
 en donde:

la información acerca del conjunto de canales a ser detectados es información que define una gama contigua de frecuencias que se extienden en un ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con dos o más canales; y

operar el receptor para obtener una señal de radiofrecuencia detectando simultáneamente dos o más de los canales incluidos en el conjunto de canales comprende operar (403) el receptor para obtener una señal de radiofrecuencia detectando simultáneamente la gama contigua de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales;
caracterizado porque:

el control del equipo de usuario en base al resultado de la comparación comprende:

si (405) el nivel de potencia total de la gama contigua de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales no es menor que el nivel de potencia predeterminado, entonces dividir (413) la gama contigua de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales en dos o más gamas de frecuencias contiguas más pequeñas, cada una que se extiende en un ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con al menos un canal; y
 detectar (415, 417, 419, 421) si cada una de las gamas contiguas de frecuencia está asociada con un nivel de potencia recibido que es menor que uno respectivo de una pluralidad de niveles de potencia predeterminados que son cada uno menores que el primer nivel de potencia predeterminado.

2. El método de la reivindicación 1, en donde controlar el equipo de usuario en base al resultado de la comparación comprende:

para la duración del proceso de detección, inhibir (407) la detección adicional de la gama contigua de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales si el nivel de potencia total de la gama contigua detectada de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales es menor que el nivel de potencia predeterminado.

3. El método de la reivindicación 2, que comprende:

indicar (407) que la gama contigua de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas a los dos o más canales no está en uso por el equipo de transmisión externo si el nivel de potencia total de la gama contigua detectada de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales es menor que el nivel de potencia predeterminado.

4. El método de la reivindicación 1, en donde:

al menos una de las gamas contiguas más pequeñas de frecuencias se extiende en un ancho de banda lo bastante grande para ser asociada con dos o más canales; y
 el método comprende, para cada una de las gamas contiguas más pequeñas de frecuencias que se extienden en un ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con dos o más canales, operar el receptor (419) para obtener una señal de radiofrecuencia detectando simultáneamente la gama contigua más pequeña de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales.

5. El método de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de niveles de potencia predeterminados que son cada uno menores que el primer nivel de potencia predeterminado son unos iguales a otros.

6. Un aparato para operar un equipo de usuario (501) que comprende un receptor (505), el aparato que comprende:

- 5 circuitería configurada para obtener información acerca de un conjunto de canales a ser detectado en un proceso de detección (401), en donde cada canal está asociado con una respectiva de una pluralidad de radiofrecuencias;
- circuitería configurada para operar el receptor para obtener una señal de radiofrecuencia detectando simultáneamente dos o más de los canales incluidos en el conjunto de canales;
- 10 circuitería configurada para medir un nivel de potencia total de los dos o más canales detectados;
- circuitería configurada para generar un resultado de comparación comparando el nivel de potencia total de los dos o más canales detectados con un primer nivel de potencia predeterminado; y
- circuitería configurada para controlar el equipo de usuario en base al resultado de la comparación, en donde
- 15 la información acerca del conjunto de canales a ser detectados es información que define una gama contigua de frecuencias que se extienden en un ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con dos o más canales; y
- la circuitería configurada para operar el receptor para obtener una señal de radiofrecuencia detectando simultáneamente dos o más de los canales incluidos en el conjunto de canales comprende circuitería
- 20 configurada para operar (403) el receptor para obtener una señal de radiofrecuencia detectando simultáneamente la gama contigua de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales;

caracterizado porque:

- 25 la circuitería configurada para controlar el equipo de usuario en base al resultado de la comparación comprende:
- circuitería configurada para dividir (413) la gama contigua de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales en dos o más gamas contiguas más pequeñas de frecuencias, cada una que se extiende en un ancho de banda lo bastante grande para ser asociada con a menos un canal, si (405) el nivel de potencia total de la gama contigua de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los
- 30 dos o más canales no es menor que el nivel de potencia predeterminado; y
- 35 circuitería configurada para detectar (415, 417, 419, 421) si cada una de las gamas contiguas más pequeñas de frecuencias está asociada con un nivel de potencia recibido que es menor que uno respectivo de una pluralidad de niveles de potencia predeterminados que son cada uno menores que el primer nivel de potencia predeterminado.

40 7. El aparato de la reivindicación 6, en donde la circuitería configurada para controlar el equipo de usuario en base al resultado de la comparación comprende:

- circuitería configurada para inhibir (407) la detección adicional de la gama contigua de frecuencias que se extiende en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales durante la
- 45 duración del proceso de detección si el nivel de potencia total de la gama contigua detectada de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales es menor que el nivel de potencia predeterminado.

50 8. El aparato de la reivindicación 7, que comprende:

- circuitería configurada para indicar (407) que la gama contigua de frecuencias que se extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales no está en uso por equipo de transmisión externo si el nivel de potencia total de la gama contigua detectada de frecuencias que se
- 55 extienden en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales es menor que el nivel de potencia predeterminado.

9. El aparato de la reivindicación 6, en donde:

- 60 al menos una de las gamas contiguas más pequeñas de frecuencias se extienden en un ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con dos o más canales; y
- el aparato comprende, circuitería configurada para operar el receptor (419) para obtener una señal de radiofrecuencia detectando simultáneamente la gama contigua más pequeña de frecuencias que se extiende en el ancho de banda lo bastante grande para ser asociadas con los dos o más canales para cada una de las gamas contiguas más pequeñas de frecuencias que se extiende en un ancho de banda lo bastante grande
- 65 para ser asociadas con dos o más canales.

10. El aparato de la reivindicación 6, en donde la pluralidad de niveles de potencia predeterminados que son cada uno menores que el primer nivel de potencia predeterminado son unos iguales a otros.



FIG. 1

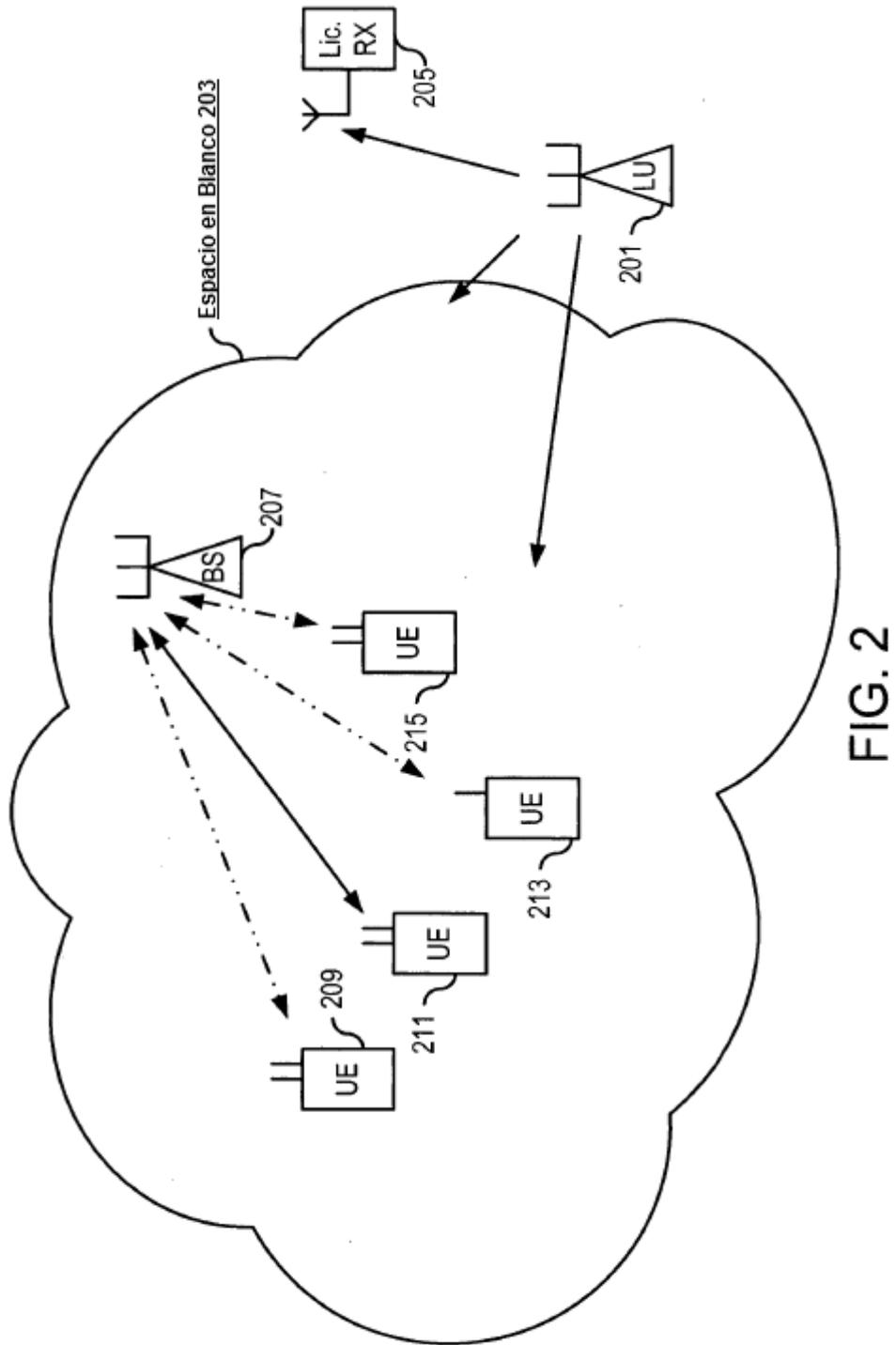


FIG. 2

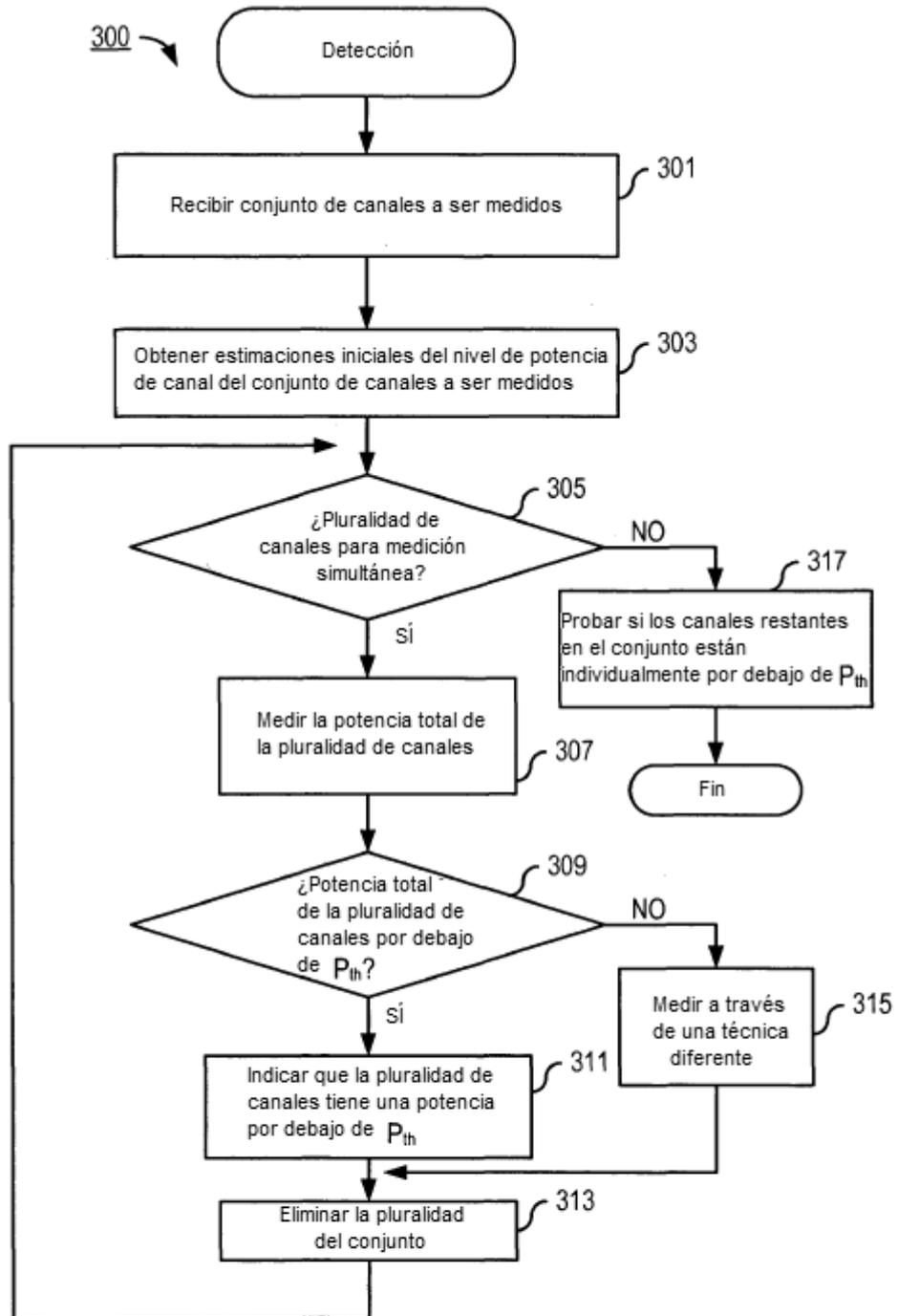


FIG. 3

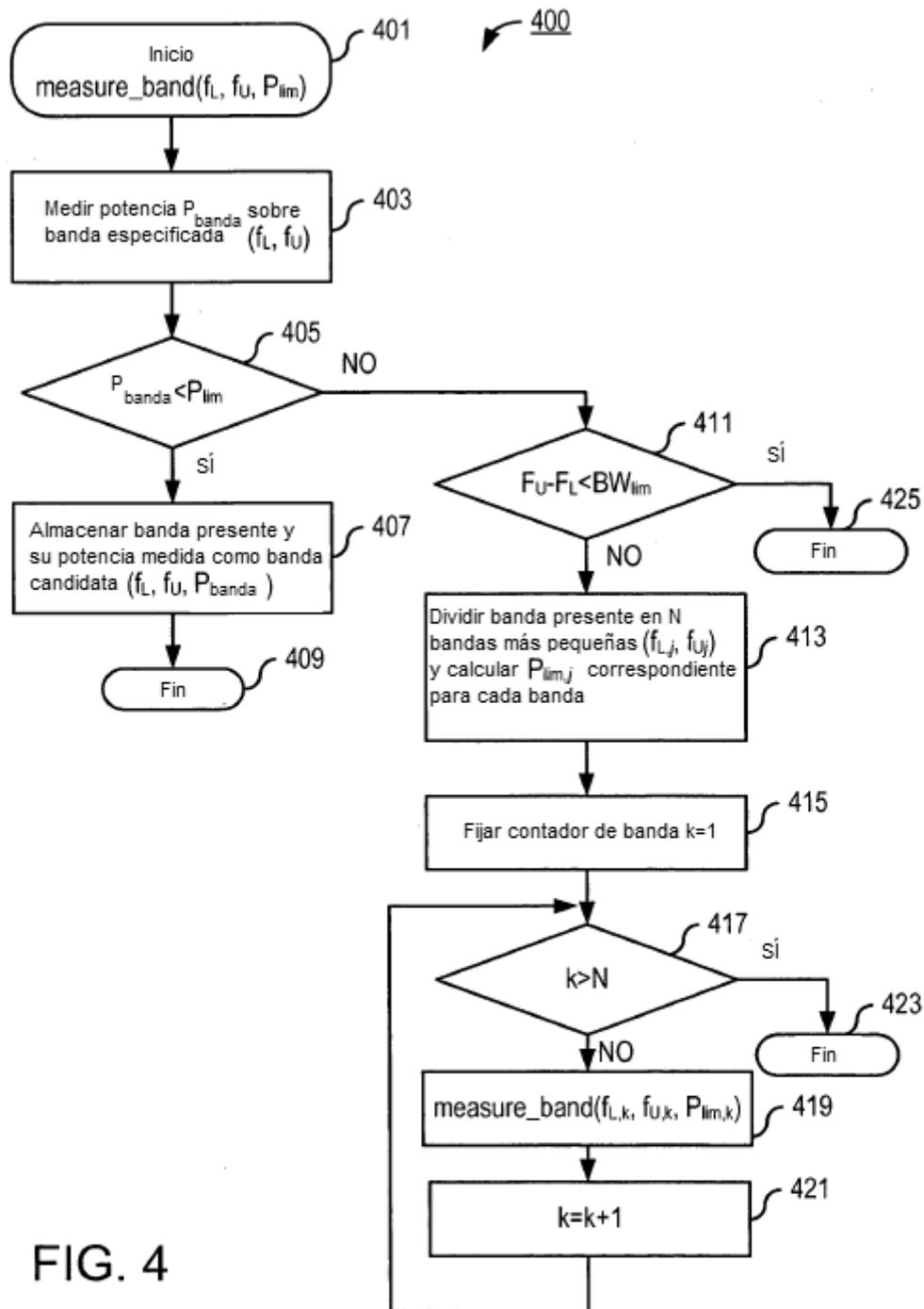


FIG. 4

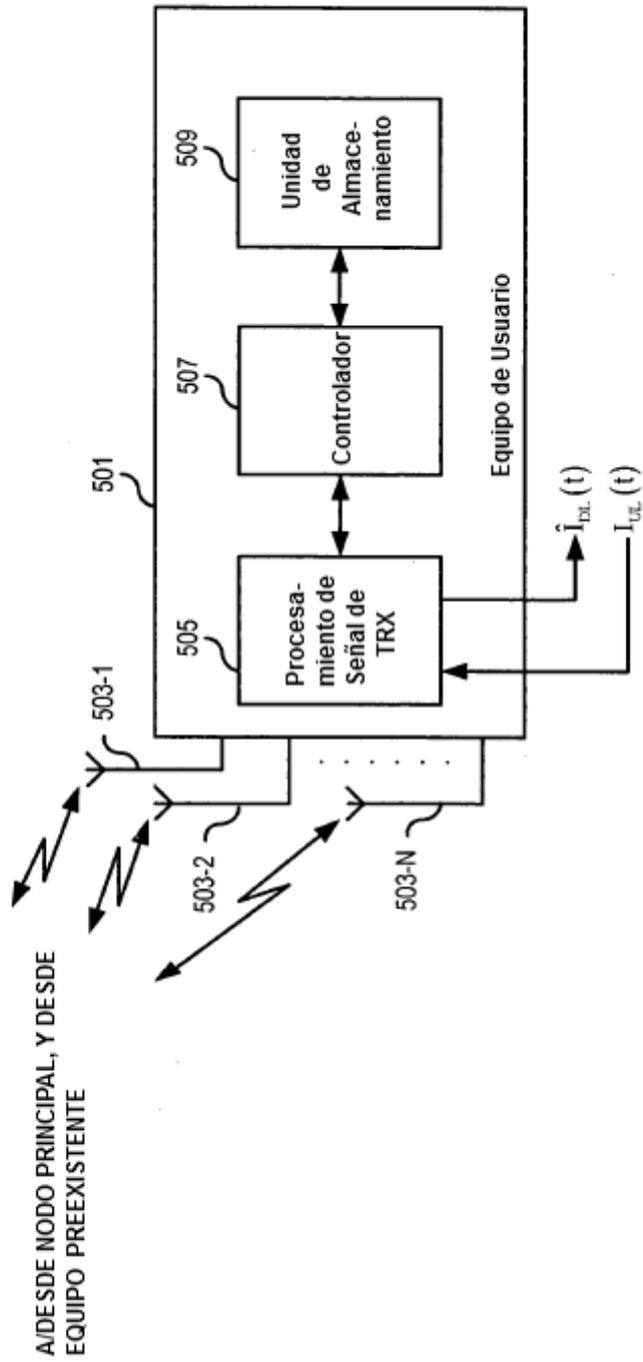


FIG. 5

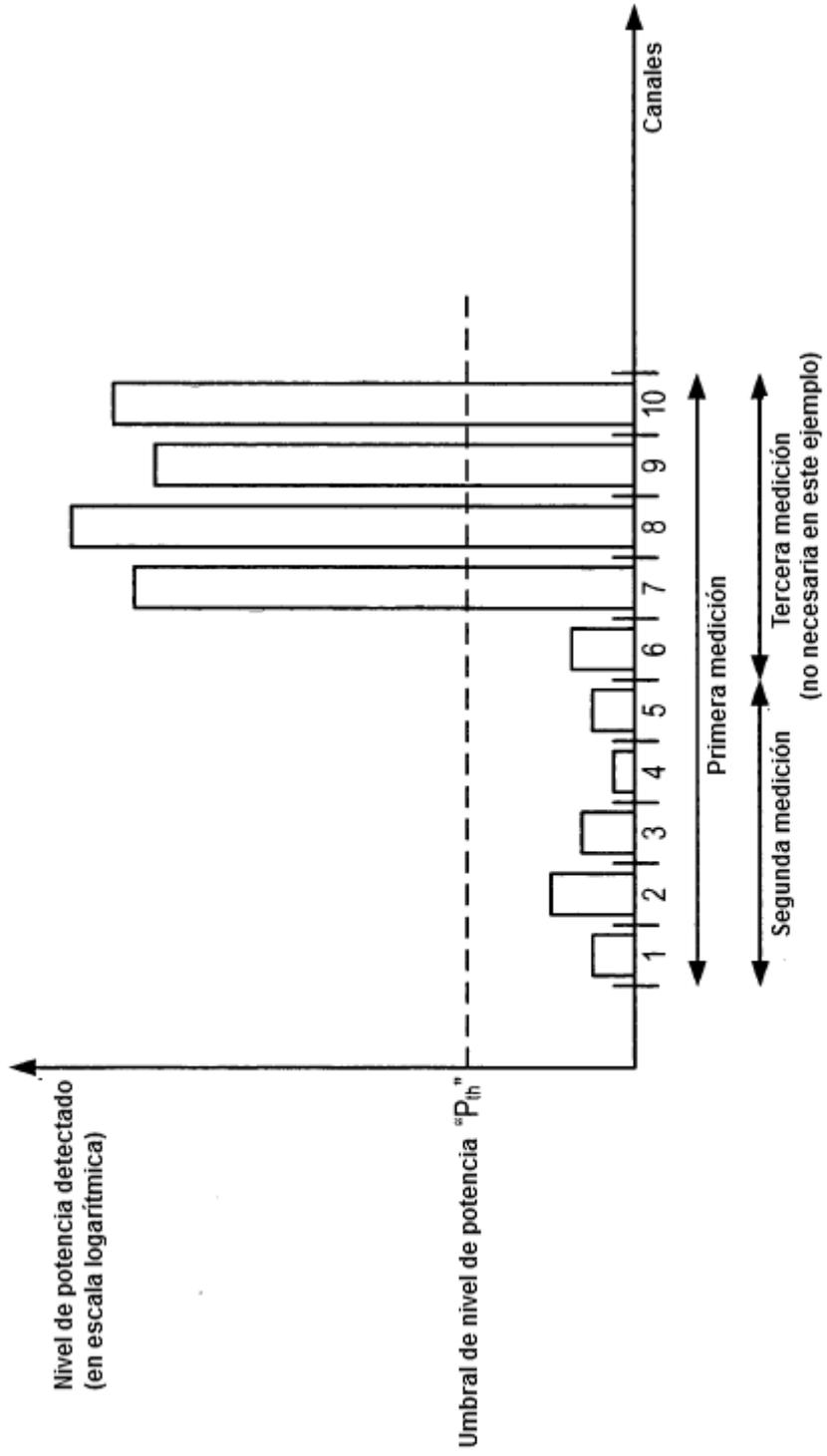


FIG. 6