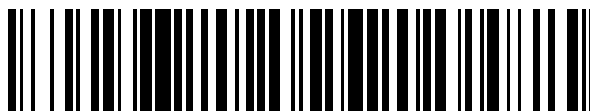


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 652 162**

51 Int. Cl.:

H04W 72/04 (2009.01)

H04J 1/14 (2006.01)

H04W 72/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.12.2009 PCT/JP2009/070471**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.06.2010 WO10067773**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2009 E 09831877 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 2317812**

54 Título: **Procedimiento para ajustar la banda de frecuencia utilizado en un sistema inalámbrico cognitivo y en un dispositivo de comunicación inalámbrico**

30 Prioridad:

08.12.2008 JP 2008312545

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

31.01.2018

73 Titular/es:

**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA (50.0%)
1 Toyota-cho
Toyota-shi, Aichi 471-8571, JP y
KYUSHU INSTITUTE OF TECHNOLOGY (50.0%)**

72 Inventor/es:

**ALTINTAS, ONUR;
OIE, YUJI;
TSURU, MASATO y
TSUKAMOTO, KAZUYA**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 652 162 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

Procedimiento para ajustar la banda de frecuencia utilizado en un sistema inalámbrico cognitivo y en un dispositivo de comunicación inalámbrico

5

SECTOR TÉCNICO

La presente invención se refiere a una técnica de determinación de una banda de frecuencia para ser utilizada en un sistema de radio cognitiva, en concreto a una técnica de determinación de una banda de frecuencia para ser utilizada en una red de radio cognitiva ad hoc que no tiene un canal de control predeterminado.

10

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

En los últimos años, se han estudiado y desarrollado sistemas de radio cognitiva que detectan y utilizan una banda de frecuencia no utilizada. Las bandas de frecuencia utilizables cambian con el tiempo y la ubicación debido a las comunicaciones de los usuarios principales, a la movilidad de los terminales, u otras razones. Por lo tanto, es importante determinar una banda de frecuencia apropiada para ser utilizada para una comunicación rápida.

15

En muchos estudios acerca de los sistemas de radio cognitiva, se supone que existe un canal común de control.

20

Por ejemplo, la bibliografía no de patente 1 describe un procedimiento que utiliza un canal común de coordinación de espectro (CSCC, Common Spectrum Coordination Channel). Cada nodo de radio emite información de utilización de la frecuencia (por ejemplo, un identificador (ID) de usuario tal como la dirección de MAC de IEEE, la banda de frecuencia que se está utilizando y la potencia de transmisión, etc.) en el CSCC a intervalos de tiempo regulares. Los nodos vecinos observan dichas notificaciones, y un usuario que se acaba de activar crea un mapa de actividad del espectro y, si hay una frecuencia utilizable, el usuario selecciona esa frecuencia.

25

La bibliografía no de patente 2 describe la utilización de un servidor de política de espectro (SPS, Spectrum Policy Server) central para coordinar las solicitudes de espectro realizadas por una serie de operadores de red de radio cognitiva. En la técnica de acuerdo con este estudio, la asignación de espectro la realiza un centro de manera centralizada, y se supone que se utiliza un canal común de control para la asignación de espectro y la coordinación del espectro.

30

En una técnica descrita en la bibliografía no de patente 3, cada nodo de radio participa en un grupo de coordinación local basado en la similitud en el canal utilizable para formar una pequeña red de múltiples saltos. En este grupo, las interconexiones se mantienen utilizando un canal común de control, y los miembros en el mismo grupo se comunican directamente entre ellos. La conexión de red es mantenida por usuarios que están participando en una serie de canales de coordinación y ubicados en los límites del grupo. Dichos nodos "puente" retransmiten el tráfico entre grupos e interconectan usuarios en dominios espaciales de diferente disponibilidad de espectro.

35

40

En sistemas, tales como los sistemas 802.22 de IEEE, en los que hay una estación base (BS, Base Station), la BS asigna canales de frecuencia a los terminales basándose en los resultados de detección del estado de utilización de la frecuencia por los terminales. Dado que la asignación de canales de frecuencia está realizada por una sección de control tal como una BS, no es necesario que el nodo de transmisión y el nodo de recepción se notifiquen entre sí un canal de frecuencia que se utilizará al establecer una conexión. Además, si el estado de la radio cambia durante la comunicación y el canal de frecuencia debe cambiar, el canal de frecuencia puede cambiarse fácilmente mediante una orden de la BS. La patente U.S.A. 2006009230 da a conocer un procedimiento de coordinación de banda de frecuencia en un sistema de radio cognitiva caracterizado por que comprende: una etapa de determinación del canal de control, para determinar una banda de frecuencia para ser utilizada como canal de control y, una etapa de determinación del canal de datos, para comunicar un estado de utilización de la frecuencia en torno a un nodo de transmisión y un nodo de recepción a través de dicho canal de control y determinar una banda de frecuencia para ser utilizada como canal de datos.

45

50

Lista de citas

55

Bibliografía no de patente

Bibliografía no de patente 1: X. Jing, D. Raychaudhuri, "Coexistencia de espectro de redes 802.11b y 802.16a de IEEE utilizando el protocolo de marcado CSCC", Actas del IEEE DySPAN 2005, noviembre de 2005

60

Bibliografía no de patente 2: O. Ileri y otros, "Fijación de precios en respuesta a la demanda y asignación de espectro competitivo a través de un servidor de espectro", Actas del IEEE DySPAN 2005, noviembre de 2005

Bibliografía no de patente 3: J. Zhao, H. Zheng y G. Yang, "Coordinación distribuida en redes de asignación dinámica de espectro", Actas del IEEE DySPAN 2005, noviembre de 2005

CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION

5 Problema técnico

Sin embargo, los sistemas de comunicación por radio, tales como comunicación de radio ad hoc, que no utilizan infraestructuras (tales como puntos de acceso) no pueden utilizar un canal común de control tal como el descrito anteriormente o una sección de control centralizada. Por lo tanto, la notificación de las bandas de frecuencia que van a ser utilizadas en el momento de establecer una conexión y el cambio de la banda de frecuencia que se utiliza durante la comunicación son difíciles en dichos sistemas de comunicación por radio.

10

A la vista de lo anterior, un objeto de la presente invención es proporcionar una técnica que permita seleccionar una banda de frecuencia adecuada para comunicaciones entre nodos de transmisión y recepción para establecer una comunicación sin utilizar un canal de control predeterminado y cambiar dinámicamente la banda de frecuencia que se está utilizando de acuerdo con los cambios en el entorno, incluso durante la comunicación.

15

Solución al problema

20 La invención se refiere a un procedimiento tal como el definido en la reivindicación 1 y a un dispositivo tal como el definido en la reivindicación 9. Las realizaciones se definen según las reivindicaciones dependientes.

En un procedimiento de coordinación de banda de frecuencia según la presente invención se establece en primer lugar un canal de control, un nodo de transmisión y un nodo de recepción comunican los estados de utilización de la frecuencia en su entorno a través del canal de control para establecer un canal de datos, y se lleva a cabo la comunicación. Una vez establecida la comunicación, se intercambia información acerca de los estados de utilización de la frecuencia en el entorno a través del canal de control para hacer frente a los cambios dinámicos en las condiciones del entorno, y las bandas de frecuencia utilizadas como el canal de control y el canal de datos cambian cuando es necesario.

25

30 Separando el canal de control y el canal de datos, el nodo de transmisión y el nodo de recepción pueden intercambiar diversa información a través del canal de control cuando se determina el canal de datos. Por lo tanto, se puede seleccionar una banda de frecuencia adecuada para las comunicaciones como canal de datos. Dado que cada uno de los terminales notifica al otro su estado de utilización de la frecuencia en el entorno a través del canal de control también después de que la comunicación ha sido establecida, la banda de frecuencia que se utilizará puede cambiarse rápidamente.

35

Más específicamente, el procedimiento de coordinación de banda de frecuencia en un sistema de radio cognitiva de acuerdo con la presente invención comprende:

40 una etapa de determinación de canal de control para determinar una banda de frecuencia para ser utilizada como canal de control;

45 una etapa de determinación de canal de datos para comunicar un estado de utilización de la frecuencia en torno a un nodo de transmisión y un nodo de recepción a través de dicho canal de control y determinar una banda de frecuencia para ser utilizada como canal de datos; y

50 una etapa de cambio de canal para comunicar un estado de utilización de la frecuencia en torno a un nodo de transmisión y un nodo de recepción durante la comunicación a través de dicho canal de control y para cambiar una banda de frecuencia utilizada como canal de control o canal de datos cuando el canal de control que se está utilizando o el canal de datos que se está utilizando ha quedado inutilizable o se espera que quede inutilizable.

55 Se prefiere que la banda de frecuencia utilizada como canal de control sea una banda de frecuencia inferior a la banda de frecuencia utilizada como canal de datos. De manera óptima, se prefiere que el canal de control sea la banda de frecuencia más baja entre las bandas de frecuencias utilizables.

60 En las comunicaciones de datos, es preferible que las comunicaciones se realicen en bandas de alta frecuencia porque se desean comunicaciones de alta velocidad. Sin embargo, se desea que el canal de control proporcione comunicaciones fiables con una distancia de propagación larga. Por lo tanto, estableciendo el canal de control en una banda de baja frecuencia, se puede satisfacer el requisito anterior. En la situación en la que el nodo de transmisión y el nodo de recepción se acercan uno a otro, se establece primero el canal de control con una larga distancia de comunicación, y la información acerca de los estados de la frecuencia se intercambia antes de que sea

posible una comunicación a través de los canales de datos. Por lo tanto, se puede iniciar rápidamente una comunicación después de alcanzar una distancia a la que se puede llevar a cabo una comunicación a través del canal de datos.

5 Además, se prefiere que la etapa de determinación del canal de control de acuerdo con la presente descripción se realice de la siguiente manera. En primer lugar, cada uno del nodo de transmisión y el nodo de recepción detecta (mediante exploración) las bandas de frecuencia utilizables en un rango de frecuencia específico adecuado para el canal de control. Se prefiere que el rango de frecuencia específico sea establecido como un rango común para el nodo de transmisión y el nodo de recepción, pero los rangos de frecuencia no necesitan ser exactamente iguales. A
10 continuación, el nodo de transmisión transmite una solicitud de conexión utilizando bandas de frecuencia utilizables por sí mismas. Tras recibir la solicitud de conexión, el nodo de recepción transmite una respuesta de acuse de recibo en estas bandas de frecuencia. Dado que se confirma que las bandas de frecuencia en las que se ha recibido la respuesta de acuse de recibo son bandas de frecuencia utilizables, el nodo de transmisión selecciona cualquiera de las bandas de frecuencia en las que ha sido recibida la respuesta de acuse de recibo como canal de control.

15 Adoptando el procedimiento de determinación del canal de control antes descrito, aunque no exista un canal de control fijo determinado previamente entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción, pueden detectar las bandas de frecuencia utilizables por ellos y establecer un canal de control.

20 En la etapa de determinación del canal de control, se prefiere que el rango de frecuencia que se va a explorar se estreche basándose en la ubicación actual y la hora actual utilizando una función de comprobación aleatoria (hash) que el nodo de transmisión y el nodo de recepción tienen en común.

25 Al estrechar el rango de frecuencias a explorar, la exploración puede ser completada rápidamente y, por lo tanto, la conexión se puede establecer rápidamente. Además, dado que el rango de frecuencia a explorar se determina en base a la información de la ubicación y del tiempo, los nodos que se comunican entre sí (que se encuentran en la misma ubicación al mismo tiempo) explorarán el mismo rango de frecuencia. Por otro lado, los nodos que se encuentran en diferentes ubicaciones explorarán diferentes rangos de frecuencia. Incluso si la ubicación es la misma, se explorarán diferentes rangos de frecuencia en diferentes momentos. Por lo tanto, mientras que los nodos
30 que se comunican entre sí exploran un rango de frecuencia común, los nodos que no se comunican entre sí explorarán diferentes rangos de frecuencia. Por lo tanto, se puede lograr una utilización eficiente de la frecuencia.

35 Se prefiere que la etapa de determinación del canal de datos se realice de la siguiente manera. En primer lugar, cada uno del nodo de transmisión y el nodo de recepción detecta las bandas de frecuencia utilizables en un rango de frecuencia que cumple los requisitos para las comunicaciones de datos. Por lo tanto, de acuerdo con los requisitos relativos a la velocidad de comunicación y la estabilidad de la comunicación en las comunicaciones de datos, el rango de frecuencia se estrecha a un rango que cumple los requisitos. Si los rangos de frecuencia que cumplen los requisitos son diferentes entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción, los rangos de frecuencia se pueden comunicar a través del canal de control. Cada uno del nodo de transmisión y el nodo de recepción
40 comunica el estado de utilización de cada banda de frecuencia al otro a través del canal de control. El nodo de transmisión transmite paquetes sonda utilizando bandas de frecuencia que pueden ser utilizadas tanto por el nodo de transmisión como por el nodo de recepción, y el nodo de recepción transmite una respuesta de acuse de recibo en las bandas de frecuencia en las que el nodo de recepción ha recibido el paquete sonda. Dado que se confirma que las bandas de frecuencia en las que se ha recibido la respuesta de confirmación son bandas de frecuencia utilizables, el nodo de transmisión selecciona una, algunas o todas las bandas de frecuencia en las que se ha recibido la respuesta de acuse de recibo como canales de datos.

45 De esta manera, el canal de datos puede ser seleccionado en un rango de frecuencia que cumpla con los requisitos de comunicación de datos y, por lo tanto, se pueden lograr comunicaciones con una fiabilidad comprobada. Incluso en las bandas de frecuencia disponibles para utilización por los nodos de transmisión y recepción (es decir, bandas de frecuencia que no están siendo utilizadas por otros usuarios), existe la posibilidad de que las ondas de radio no lleguen al nodo de recepción. A la vista de esto, se transmiten los paquetes sonda, por lo que se puede seleccionar una banda o bandas de frecuencia en las que se pueden realizar comunicaciones fiables.

55 En la etapa de determinación del canal de datos, se prefiere que el nodo de transmisión obtenga información de la ubicación de sí mismo e información de la ubicación del nodo de recepción, y estreche aún más las bandas de frecuencia en las que los paquetes sonda se van a transmitir a las bandas frecuencia en las que los paquetes sonda se entregarán al nodo de recepción de manera segura, en base a la distancia entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción.

60 No transmitiendo los paquetes sonda en las bandas de frecuencia en las que se espera que las ondas de radio no lleguen al nodo de recepción en función de la distancia entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción, la eficiencia del proceso de determinación del canal de datos se puede mejorar.

Se prefiere que la etapa de cambio de canal de acuerdo con la presente invención se realice de la siguiente manera. En primer lugar, cada uno del nodo de transmisión y el nodo de recepción detectan bandas de frecuencia utilizables en un rango de frecuencia que son adecuadas para el canal de control y el canal de datos. A continuación, cada uno de los nodos de transmisión y de recepción notifica a la otra parte el estado de cada banda de frecuencia a través del canal de control. El nodo de transmisión transmite paquetes sonda utilizando bandas de frecuencia que pueden ser utilizadas tanto por el nodo de transmisión como por el nodo de recepción, y el nodo de recepción transmite una respuesta de acuse de recibo en las bandas de frecuencia en las que el nodo de recepción ha recibido los paquetes sonda. Basándose en la consecuencia de las etapas anteriores, las bandas de frecuencia a las que se van a cambiar el canal de control y el canal de datos se seleccionan de entre las bandas de frecuencia en las que el nodo de transmisión ha recibido la respuesta de acuse de recibo.

Realizando la exploración del estado de la frecuencia circundante y compartiendo la información entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción a intervalos regulares incluso después del inicio de la comunicación de la manera descrita anteriormente, las bandas de frecuencia a las que se van a cambiar los canales pueden ser determinadas con antelación, y cuando los canales realmente deban cambiarse, se pueden cambiar rápidamente.

En el proceso de cambio de canal, los canales se cambian en los casos en que se detecta o se espera un deterioro en la calidad de la comunicación o el comienzo de una comunicación por otro nodo en la misma banda de frecuencia. Dado que no es deseable que la comunicación a través del canal de control se interrumpa, se prefiere que el canal de control se cambie antes de una interrupción.

En la etapa de cambio de canal, el nodo de transmisión notifica al nodo de recepción, a través del canal de control, las bandas de frecuencia en las que el nodo de transmisión ha recibido la respuesta de acuse de recibo, de modo que esta información se comparte entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción. Cada uno de los nodos de transmisión y de recepción puede seleccionar las bandas de frecuencia a las que se han de cambiar el canal de control y el canal de datos de entre las bandas de frecuencia en las que se ha recibido la respuesta de confirmación según una política común.

Intercambiando información sobre el estado de utilización de la frecuencia, cada uno de los nodos de transmisión y de recepción siempre puede reconocer las bandas de frecuencia utilizables por el otro. Por lo tanto, cuando se cambian las frecuencias de los canales, ambos nodos pueden reconocer rápidamente las frecuencias a las que se van a cambiar los canales. Cuando surge la necesidad de cambiar el canal o los canales, se prefiere que un nodo transmita al otro nodo una orden de cambio de canal que contenga información en la banda de frecuencia a la que se va a cambiar el canal.

En la etapa de cambio de canal, en el caso en el que el canal de control o el canal de datos ha quedado o se espera que quede inutilizable debido al deterioro de la calidad de la comunicación, se prefiere seleccionar una banda de frecuencia más baja como banda de frecuencia a la que debe cambiar el canal. Por otro lado, en el caso en el que el canal de control o el canal de datos ha quedado o se espera que quede inutilizable debido a una comunicación iniciada por un nodo distinto del nodo de transmisión y el nodo de recepción, se prefiere seleccionar una banda de frecuencia que tenga una calidad apropiada para la comunicación como la banda de frecuencia a la cual se debe cambiar el canal.

Cuando se produce un deterioro en la calidad de la comunicación, se considera que la distancia entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción ha aumentado. Por lo tanto, se prefiere cambiar el canal a una banda de frecuencia más baja, que tenga una distancia de propagación más larga. Por otro lado, cuando otro nodo comienza a utilizar el canal, no existe dicha condición. Por lo tanto, se puede seleccionar una banda de frecuencia que cumpla con los requisitos de entre las bandas de frecuencia que son utilizables tanto por el nodo de transmisión como por el nodo de recepción.

La presente descripción puede ser considerada como un procedimiento de coordinación de frecuencia en un sistema de radio cognitiva que incluye por lo menos uno o algunos de los procesos descritos anteriormente o como un programa para implementar este procedimiento. La presente descripción también se puede considerar como un dispositivo de comunicaciones por radio que coordina las bandas de frecuencia realizando los procesos descritos anteriormente. Los medios y procesos descritos anteriormente pueden ser adoptados en combinación, cuando sea factible, para constituir la presente invención.

Efecto ventajoso de la invención

De acuerdo con la presente descripción, es posible establecer una comunicación sin utilizar un canal de control predeterminado mientras se selecciona una banda de frecuencia adecuada para la comunicación entre un nodo de

transmisión y un nodo de recepción y para cambiar dinámicamente la banda de frecuencia que se utilizará de acuerdo con los cambios en el estado del entorno, incluso durante la comunicación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 La figura 1 es un diagrama que muestra bloques funcionales de un dispositivo de comunicación por radio en un sistema de radio cognitiva de acuerdo con una realización.

10 La figura 2 es un diagrama que muestra el esquema general del procedimiento de coordinación de la frecuencia en la realización.

La figura 3 es un diagrama que muestra las listas de frecuencias.

15 La figura 4 es un gráfico que muestra el flujo de un proceso para establecer un canal de control.

La figura 5A es un diagrama que muestra un rango sobre el que se realiza una exploración del estado de la radio en el momento de establecer el canal de control.

20 La figura 5B es un diagrama que muestra un rango sobre el que se realiza la exploración del estado de la radio en el momento de establecer el canal de control.

La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra el flujo de un proceso de detección de bandas de frecuencia no utilizadas en el momento de establecer el canal de control.

25 La figura 7 es un diagrama que muestra las frecuencias no utilizadas que son candidatas para el canal de control en el momento de establecer el canal de control.

La figura 8 es un gráfico que muestra el flujo de un proceso para establecer un canal de datos.

30 La figura 9 es un diagrama que muestra un intervalo sobre el que se realiza la exploración del estado de la radio en el momento de establecer el canal de datos.

La figura 10 es un diagrama que muestra la transmisión de paquetes sonda en el momento de establecer el canal de datos.

35 La figura 11 es un diagrama que muestra una lista de frecuencias.

La figura 12 es un gráfico que muestra un proceso dinámico de cambio de canal realizado durante la comunicación.

40 La figura 13 es un diagrama que muestra una política de cambio de canal en el cambio de canal dinámico.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES

45 A continuación, se describirá en detalle una realización preferida de la presente invención a modo de ejemplo haciendo referencia a los dibujos.

50 Un sistema de comunicación por radio cognitiva de acuerdo con esta realización se compone de una serie de dispositivos de comunicación por radio. Los dispositivos de comunicación por radio están montados en vehículos y constituyen una red de radio de comunicación entre vehículos. Las comunicaciones entre estos terminales se realizan mientras se detecta el estado de la radio del entorno y se cambia dinámicamente la banda de frecuencia (o canal de frecuencia) que se utiliza. Este sistema de comunicación por radio es una red ad hoc en la que los dispositivos de comunicación por radio están interconectados sin la ayuda de infraestructuras tales como puntos de acceso. Por lo tanto, no existe un dispositivo de control que asigne bandas de frecuencia para ser utilizadas para comunicaciones.

55 <Configuración general>

60 La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra la configuración funcional de un dispositivo de comunicación por radio que constituye el sistema de comunicación por radio cognitiva de acuerdo con esta realización. El dispositivo -1- de comunicación por radio tiene una antena -2-, una sección de alta frecuencia -3-, una sección de conversión AD -4-, una sección de procesamiento de señal digital -5- y un dispositivo de GPS -6-. La sección de alta frecuencia -3- recibe señales de radio y las convierte en señales en una banda de frecuencia en la que el procesamiento de señal digital pueda ser aplicado fácilmente. La sección de alta frecuencia -3- convierte asimismo

las señales a transmitir en señales que tienen una frecuencia para la transmisión real. La sección de conversión AD -4- convierte las señales analógicas recibidas en señales digitales, y convierte las señales digitales para ser transmitidas en señales analógicas. En el dispositivo -1- de comunicación por radio, las señales en una banda ancha (por ejemplo, de 900 MHz a 5 GHz) recibidas a través de la antena -2- se convierten de analógicas a digitales juntas, y el procesamiento tal como la desmodulación, incluida la selección de canales, es realizado por la sección de procesamiento de señal digital -5-.

La sección de procesamiento de señal digital -5- puede estar compuesta por un DSP (procesador de señal digital - Digital Signal Processor), una FPGA (matriz de puertas programable por campo - Field Programmable Gate Array) y un procesador dinámico reconfigurable, etc. La sección de procesamiento de señal digital -5- incluye, como secciones funcionales, una sección de control de la comunicación -51-, una sección de detección del estado de la radio -52-, y una lista de frecuencias -54-. Aunque la sección de procesamiento de señal digital -5- tiene secciones funcionales tales como una para modulación/desmodulación, se omitirá la descripción detallada de las mismas porque ya han sido bien conocidas.

La sección de control de la comunicación -51- realiza el proceso de establecer la conexión, el proceso de transmisión y recepción de datos, el proceso de informar a la parte en el otro extremo de la comunicación del estado de utilización de los canales, y el proceso de selección de un canal que va a ser utilizado.

La sección de detección del estado de la radio -52- detecta el estado de la radio alrededor del propio entorno del nodo para determinar si cada banda de frecuencia se utiliza o no se utiliza (en otras palabras, si cada banda de frecuencia está disponible o no para el nodo). Como técnicas de detección específicas, se pueden emplear diversos procedimientos conocidos. La sección de detección del estado de la radio -52- determina si las bandas de frecuencia se utilizan o no mediante la detección de energía, la técnica de descomposición de ondas, la detección del espectro basada en el piloto, la detección del espectro basada en valores propios, la detección de características, el procedimiento de filtro emparejado, etc., de acuerdo con el esquema de comunicación por radio que va a ser detectado. La sección de detección del estado de la radio -52- está provista de una función de comprobación aleatoria -53-, con la que se puede delimitar el intervalo en el cual se detectará el estado de la radio en función de la información de ubicación y la información de tiempo obtenida del dispositivo de GPS -6-. Todos los dispositivos de comunicación por radio en este sistema de radio cognitiva utilizan la misma función de comprobación aleatoria -53-. Por lo tanto, si el rango que se detecta se estrecha mediante la función de comprobación aleatoria -53-, los vehículos ubicados cerca uno de otro explorarán el mismo rango de frecuencia.

La lista de frecuencias -54- almacena el estado de utilización de cada frecuencia con respecto al propio nodo y al nodo en el otro extremo de la comunicación. La lista de frecuencias -54- maneja las bandas de frecuencia en las que cada nodo puede operar (es decir, en las que cada nodo puede funcionar como hardware) categorizándolas en tres por sus estados, a saber, bandas de frecuencia que no pueden ser utilizadas porque son utilizadas por otro nodo, bandas de frecuencia en las que no se ha recibido respuesta alguna a una sonda, aunque no sean utilizadas por otros nodos (comunicación imposible) y bandas de frecuencia que no son utilizadas por otros nodos y en las que se ha recibido una respuesta a una sonda.

(comunicación posible).

<Líneas generales del proceso>

En lo que sigue, se describirán las líneas generales del procedimiento de coordinación de la banda de frecuencia de acuerdo con esta realización. Una función que caracteriza a este procedimiento reside en que el canal de control y el canal de datos están separados. Como el canal de control se utiliza una banda de baja frecuencia que tiene un gran rango de propagación. Como el canal de datos, se utiliza una banda de alta frecuencia que tiene una velocidad de transmisión alta. De este modo, cada uno de los nodos de transmisión y de recepción puede reconocer el estado del otro nodo utilizando el canal de control y, por lo tanto, puede determinar un canal de datos que satisfaga los requisitos de la aplicación.

Existe la posibilidad de que el estado de utilización de la frecuencia pueda cambiar después de que se hayan determinado el canal de control y el canal de datos. En vista de esto, la información se intercambia utilizando el canal de control a intervalos regulares, y el canal de control y el canal de datos se cambian en función del resultado. Tal intercambio de información a intervalos regulares permite un cambio rápido de los canales.

A continuación, se describirán las líneas generales del procedimiento de coordinación de la banda de frecuencia de acuerdo con esta realización haciendo referencia a la figura 2. En primer lugar, cada nodo crea la lista de frecuencias -54- (etapa -S1-). En esta etapa, se enumeran las frecuencias en las que cada nodo puede funcionar (es decir, en las que cada nodo puede funcionar como hardware). La lista de frecuencias -54- creada en esta etapa se actualizará según sea necesario a partir de ese momento de acuerdo con los cambios en el entorno.

5 Cuando se inicia una comunicación, el canal de control se determina primero (etapa -S2-). El canal de control se determina explorando el estado de la frecuencia y la coordinación entre los nodos de transmisión y de recepción, cuyos detalles se describirán más adelante. En esta etapa, la frecuencia que tiene la distancia de propagación más grande (es decir, la frecuencia más baja) entre las bandas de frecuencia que pueden utilizarse como canal de control se selecciona como canal de control, por lo que se puede establecer una comunicación temprana entre los nodos de transmisión y de recepción. Después de que se ha determinado el canal de control, se intercambia información acerca del estado de utilización de la frecuencia a intervalos regulares utilizando el canal de control.

10 A continuación, se selecciona una frecuencia que está disponible para su utilización y cumple los requisitos de la aplicación como canal de datos, en base a las listas de frecuencias intercambiadas entre los nodos de transmisión y de recepción (etapa -S3-).

15 Como el estado de la radio circundante cambia después de que se hayan determinado el canal de control y el canal de datos, las listas de frecuencias se intercambian a intervalos regulares, y los canales se cambian dinámicamente (etapa -S4-).

<Detalles del proceso>

20 A continuación, se describirán los detalles del procedimiento de coordinación de la banda de frecuencia de acuerdo con la presente invención.

[Creación de lista de frecuencias]

25 En primer lugar, se describirá la enumeración de las frecuencias utilizables (etapa -S1- en la figura 2) que se necesitan en el momento en que los terminales en movimiento acaban de iniciar una comunicación uno-a-uno. Tal como se muestra en la figura 3, cada uno de los nodos de transmisión y de recepción enumera las frecuencias utilizables por su propio dispositivo (que se denominarán a continuación en la presente memoria "bandas de frecuencia operativas del terminal" o se denominarán simplemente "bandas de frecuencia operativas") en la lista de frecuencias -54-. El campo "estado" en la lista de frecuencias -54- se actualizará más tarde basándose en la condición del entorno y en el estado de la comunicación entre los nodos de transmisión y de recepción.

[Proceso de determinación del canal de control]

35 Un proceso específico del proceso de determinación del canal de control (etapa -S2- en la figura 2) se describirá haciendo referencia a las figuras 4 a 7. El siguiente proceso se realiza mediante la sección del control de la comunicación -51- controlando la sección de detección del estado de la radio -52-, etc., y la sección de control de la comunicación -51- corresponde a los medios de determinación de canal de control de acuerdo con la presente invención.

40 En primer lugar, cada uno del nodo de transmisión y el nodo de recepción explora el estado de la radio en torno a sí mismo mediante la sección de detección del estado de la radio -52- (etapas -S21- y -S22- en la figura 4). Como cada nodo se puede adaptar a un amplio rango de frecuencias, es difícil determinar el canal rápidamente, si se exploran todas las bandas de frecuencia. Por lo tanto, tal como se muestra en la figura 5A, el rango muy amplio de las bandas de frecuencia se estrecha a un tamaño determinado de rango utilizando los dos índices siguientes. El primer índice corresponde a las bandas de frecuencia en que puede funcionar el propio terminal de radio, y el segundo índice corresponde a las bandas de frecuencia que son adecuadas para el canal de control. Las bandas de frecuencia adecuadas para el canal de control son independientes de las mismas aplicaciones, y pueden establecerse en los terminales de radio con antelación. La figura 5A muestra las bandas de frecuencia que se han estrechado ligeramente utilizando estos dos índices.

50 Sin embargo, incluso si el rango se ha estrechado utilizando los dos índices, se puede producir una interferencia si la utilización de las frecuencias por una serie de terminales se concentra en la misma banda de frecuencia. A la vista de esto, se prefiere que el rango de las bandas de frecuencia se estreche aún más, de modo que no se produzca la interferencia de las bandas de frecuencia con terminales que no sean el terminal en el otro extremo de la comunicación.

60 Con este fin, la información de ubicación y la información de tiempo obtenidas a través del dispositivo de GPS -6- se introducen en la función de comprobación aleatoria -53-, y el rango de exploración se estrecha adicionalmente en base al valor de comprobación aleatoria obtenido (figura 5B). Específicamente, tal como se muestra en la figura 6, la información de ubicación y la información de tiempo se obtienen en primer lugar a través del dispositivo de GPS -6- (etapa -S201-), y se utilizan como claves en la función de comprobación aleatoria para obtener un valor de comprobación aleatoria (etapa -S202-). A continuación, se calcula el rango de frecuencia correspondiente al valor de

comprobación aleatoria (etapa -S203-). La correspondencia entre valores de comprobación aleatoria y rangos de frecuencia puede establecerse de cualquier manera. La implementación más simple es limitar el rango de frecuencia por H y $H + \Delta f$, donde H es el valor de comprobación aleatoria obtenido, y Δf es un ancho de frecuencia predeterminado. A continuación, la detección de bandas de frecuencia no utilizadas se realiza en el rango de frecuencia obtenido por el cálculo (etapa -S204-).

Estrechando aún más el rango de exploración de esta manera, el proceso de detección de la banda de frecuencia puede realizarse más rápidamente. Además, dado que lo que se introduce en la función de comprobación aleatoria es información de ubicación e información de tiempo, los terminales ubicados cerca uno del otro al mismo tiempo explorarán el mismo rango de frecuencias, y pueden encontrar una(s) banda(s) de frecuencia que pueden ser utilizada en común por ellos. Además, en diferentes lugares o en diferentes momentos, diferentes bandas de frecuencia estarán sujetas a exploración, y, por lo tanto, se puede lograr una utilización eficiente de la frecuencia.

Aunque se ha descrito anteriormente un caso en el que se utiliza solamente una función de comprobación aleatoria, se pueden utilizar una serie de tipos de funciones de comprobación aleatoria, y se pueden explorar una serie de intervalos de exploración obtenidos a partir de ellas, mediante lo cual se pueden detectar rápidamente bandas de frecuencia utilizables con fiabilidad incluso en un momento en que la tasa de utilización de la frecuencia es alta.

El nodo de transmisión transmite (etapa -S23- en la figura 4), después de completar la exploración del estado de la radio de su propio entorno, una solicitud de conexión en cada una de las bandas de frecuencia utilizables tal como se muestra en la figura 7. Por otro lado, el nodo de recepción recibe la comunicación dirigida a él en cada una de las bandas de frecuencia utilizables (etapa -S24-), y transmite un ACK (acuse de recibo) en cada una de las bandas de frecuencia en las que ha recibido la solicitud de conexión (etapa -S25-). En el caso descrito en el presente documento, se supone que los datos no se adjuntan al paquete ACK, con el fin de reducir la sobrecarga.

Como consecuencia del proceso anterior, se confirma que las bandas de frecuencia en las que el nodo de transmisión ha recibido el ACK se pueden utilizar realmente para la comunicación entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción. Por lo tanto, el nodo de transmisión selecciona la banda de frecuencia más baja de entre las bandas de frecuencia en las que se ha recibido el ACK como la banda de frecuencia que se utilizará como canal de control (etapa -S26-). A continuación, se inicia una comunicación entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción utilizando la banda de frecuencia seleccionada como canal de control (etapa -S27-).

[Proceso de determinación del canal de datos]

A continuación, se describirá un procesamiento específico del proceso de determinación del canal de datos (etapa -S3- en la figura 2) haciendo referencia a las figuras 8 a 10. El siguiente proceso se realiza mediante la sección de control de la comunicación -51- controlando la sección de detección del estado de la radio -52-, etc., y la sección de control de la comunicación -51- corresponde a los medios de determinación del canal de datos de acuerdo con la presente invención.

Después que se determina el canal de control, la información de frecuencia es intercambiada utilizando ese canal (etapa -S31-). La información de frecuencia intercambiada en esta etapa incluye las frecuencias de funcionamiento del terminal, las frecuencias que no pueden ser utilizadas debido a las comunicaciones realizadas por usuarios principales u otros usuarios, y una lista de bandas de frecuencia que cumplen los requisitos de calidad. Es suficiente que la información de frecuencia sea notificada al nodo de recepción o al nodo de transmisión, y no necesariamente es preciso que la información sea compartida entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción. Las frecuencias que no se pueden utilizar temporalmente no precisan necesariamente ser transmitidas en este momento.

Después de completar el intercambio de información de frecuencia, la coordinación para determinar el canal de datos se realiza al tiempo que se estrecha el rango de las bandas de frecuencia. Una amplia gama de bandas de frecuencia se estrecha hasta un rango sobre el cual se realiza realmente la coordinación, en base a dos índices, o a las frecuencias de funcionamiento y a las bandas de frecuencia que cumplen con los requisitos de calidad de la aplicación. Entre ellos, las "bandas de frecuencia que cumplen con los requisitos de calidad de la aplicación" pueden diferir entre las aplicaciones que realizan la comunicación. Según estos índices, el rango de la exploración realizado para determinar el canal de datos se determina tal como se muestra en la figura 9. El nodo de transmisión y el nodo de recepción realizan la detección de bandas de frecuencia que pueden ser utilizadas por ellos respectivamente en este rango (etapa -S32-, -S33-). En el proceso de determinación del canal de datos, no se emplea el estrechamiento del rango de exploración utilizando una función de comprobación aleatoria.

A continuación, el nodo de transmisión transmite paquetes sonda utilizando bandas de frecuencia que están disponibles para su utilización en el rango de exploración (etapa -S34-) tal como se muestra en la figura 10. En esta etapa, el nodo de transmisión puede transmitir los paquetes sonda utilizando todas las bandas de frecuencia que son utilizables para él. Sin embargo, cuanto mayor es la frecuencia, más corta es la distancia de propagación, y más

5 difícil es entregar los paquetes sonda. En vista de esto, el nodo de transmisión y el nodo de recepción obtienen su propia información de ubicación del dispositivo GPS -6- y comunican su propia información de ubicación a los otros nodos utilizando el canal de control. El nodo de transmisión calcula la distancia entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción, lo compara con la distancia de propagación de cada banda de frecuencia y transmite los paquetes sonda a frecuencias en el rango en el que los paquetes sonda serán entregados con toda seguridad. Por lo tanto, se mejora la eficacia del proceso de determinación del canal de datos.

10 Por otro lado, el nodo de recepción recibe paquetes dirigidos a él en las bandas de frecuencia que se han determinado, a consecuencia del barrido, que son utilizables por él (etapa -S35-), y transmite un ACK en cada una de las bandas de frecuencia en que los paquetes sonda han sido recibidos (etapa -S36-).

15 Como consecuencia del proceso anterior, se confirma que las bandas de frecuencia en las que el nodo de transmisión ha recibido el ACK se pueden utilizar realmente para la comunicación entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción. En función del estado de recepción de los paquetes sonda, se actualiza el campo "estado" en la lista de frecuencias -54-. En el presente documento, los estados de utilización de las frecuencias respectivas se clasifican en tres, a saber, "1", "0" y "-1", tal como se muestra en la figura 11. Indicados por los tres estados está lo siguiente:

20 1: la respuesta del ACK a los paquetes sonda ha sido recibida, a saber, la frecuencia se puede utilizar para la comunicación en cualquier momento,

25 0: el ACK no ha sido devuelto, a saber, la frecuencia está fuera del rango en el que se puede realizar la comunicación de datos, o la frecuencia está siendo utilizada por un usuario principal u otro en la proximidad del lado de recepción (es decir, existe la posibilidad de que sea utilizable más tarde),

-1: la frecuencia es utilizada por un usuario principal u otro en el vecindario del lado de transmisión, a saber, la frecuencia no puede utilizarse para la comunicación de datos.

30 El nodo de transmisión determina las bandas de frecuencia que se utilizarán como canales de datos entre las bandas de frecuencia en las que se ha recibido el ACK (etapa -S37-).

35 Se considera que habrá, generalmente, una serie de frecuencias que se pueden utilizar para la comunicación de datos. En tales casos, la cantidad de canales de datos se determina de acuerdo con la calidad requerida y el estado del entorno. Por ejemplo, en el caso en que no haya otros terminales alrededor, todas las bandas de frecuencia utilizables se utilizan como canales de datos. En el caso de que haya una serie de terminales alrededor, una o algunas bandas de frecuencia entre las bandas de frecuencia utilizables se utilizan como canales de datos. En este caso, en realidad es necesario determinar la cantidad de canales de datos a la vez que se considera la utilización compartida del espectro. Sin embargo, en esta realización, simple, solo se utiliza una banda de frecuencia como canal de datos.

40 En el caso mostrado en la figura 11, se seleccionan las dos frecuencias -f5- y -f6- que se pueden utilizar para la comunicación como canales de datos. La frecuencia -f4- no se utiliza como canal de datos, porque tiene un estado de "-1".

45 [Cambio dinámico de canal]

50 Mediante el proceso descrito anteriormente, el canal de control y el canal de datos se determinan en el momento de establecerse una comunicación. A medida que los terminales se desplazan, los estados respectivos del entorno alrededor del nodo de transmisión y el nodo de recepción cambian frecuentemente. Por lo tanto, mientras se realiza una comunicación entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción, es necesario cambiar dinámicamente el canal de control y el canal de datos que se ha determinado una vez, de acuerdo con las condiciones del entorno.

55 A continuación, se describirá el proceso de cambio dinámico de canal (etapa -S4- en la figura 2) haciendo referencia a las figuras 12 y 13. El siguiente proceso se realiza mediante la sección de control de la comunicación -51-, controlando la sección de detección del estado de la radio -52-, etc., y la sección de control de la comunicación -51- corresponde a los medios de cambio de canal de acuerdo con la presente invención.

60 Una vez que se han determinado el canal de control y el canal de datos, el nodo de transmisión y el nodo de recepción realizan la detección de sus respectivos estados de radio del entorno a intervalos regulares (etapas -S41- y -S42-). El rango de exploración en esta detección incluye la banda de frecuencia que se utiliza como canal de control y la banda de frecuencia que se utiliza como canal de datos. El procedimiento de determinación del rango de exploración para cada canal se ha descrito en la explicación del proceso de establecimiento de la conexión, y no se describirá ahora.

5 En base al resultado de la exploración, el nodo de transmisión transmite paquetes sonda en bandas de frecuencia que son utilizables por él (etapa -S43-), y el nodo de recepción devuelve un ACK en las bandas de frecuencia en las que han recibido los paquetes sonda (etapas -S44-, -S45-). Cuando se transmiten los paquetes sonda, el nodo de transmisión no transmite los paquetes sonda en las bandas de frecuencia que el nodo de recepción ha determinado que son inutilizables (es decir, las bandas de frecuencia que tienen un estado "-1" en la lista de frecuencias), por lo que la eficiencia del proceso puede mejorarse. Por otro lado, el nodo de transmisión transmite los paquetes sonda en la banda de frecuencia que son utilizables por el nodo de recepción independientemente de si su estado es "1" o "0".

10 El nodo de transmisión actualiza la lista de frecuencias -54- en base al estado de recepción del ACK que responde a los paquetes sonda (etapa -S46-), y comunica la lista de frecuencia -54- actualizada al nodo de recepción utilizando el canal de control (etapa -S47-).

15 A continuación, el nodo de transmisión realiza una determinación sobre si es o no necesario cambiar el canal de control o el canal de datos debido a un cambio en el estado de la frecuencia (etapa -S48-). Si el estado de la frecuencia no ha cambiado (NO en -S48-), el nodo de transmisión regresa al proceso de exploración del estado de la radio. Si el estado de la frecuencia ha cambiado y es necesario cambiar el canal de control y/o el canal de datos (SÍ en -S48-), el nodo de transmisión realiza una comunicación utilizando una nueva banda de frecuencia (etapa -S49-).

20 Para permitir un cambio rápido de canales, se determina con antelación una nueva frecuencia a intervalos regulares en función del estado de la comunicación en ese momento. Por ejemplo, cuando el nodo de transmisión comunica la lista de frecuencias al nodo de recepción en la etapa -S49-, el nodo de transmisión puede notificar al nodo de recepción un candidato para la nueva banda de frecuencia. Alternativamente, se puede determinar una nueva banda de frecuencia en base a la lista de frecuencias de conformidad con una política que sea común entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción. (En este caso, también, se considera que una nueva frecuencia ha sido determinada con anterioridad, en el momento en que la lista de frecuencias es enviada al nodo de recepción).

25 La frecuencia se cambia a una nueva frecuencia, que se determina más adecuada para el nodo de transmisión y el nodo de recepción, en base a las listas de frecuencia -54- que se intercambian a intervalos regulares. Dado que el canal de control se utiliza para compartir información entre el lado de transmisión y el lado de recepción y para la gestión del canal de datos, es necesario evitar la interrupción del canal de control siempre que sea posible. Por lo tanto, se prefiere detectar el deterioro en la calidad de la comunicación y cambiar la frecuencia que se está utilizando antes de que se interrumpa la comunicación. También se prefiere que una serie de nuevas frecuencias sea determinada con antelación, y que el cambio de canal se realice de manera fiable. En el caso del canal de datos también, el cambio a un canal apropiado se realiza por el mismo procedimiento que para el canal de control, y la notificación del cambio de canal se realiza a través del canal de control.

30 A continuación, se describirá una política específica de cambio de frecuencia. Primero, en el caso de que una comunicación sea detectada por una comunicación principal o por otra comunicación, la frecuencia puede cambiarse a una frecuencia que tenga una calidad apropiada para la comunicación, independientemente de si la frecuencia es mayor o menor, porque la calidad de la comunicación no ha sido deteriorada en este caso (figura 13A). Por otro lado, en el caso en que la calidad de la comunicación se haya deteriorado, ya que se considera que el rango de propagación del canal que se está utilizando se ha reducido a menos de la distancia entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción, la frecuencia se cambia a una frecuencia más baja, que tiene una distancia de propagación más larga.

35 El deterioro de la calidad de la comunicación se puede detectar en función de la información acerca del número de retransmisiones de tramas. Para detectar el deterioro en la calidad de la comunicación, la distancia entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción se puede calcular en función de la información de ubicación obtenida a través del dispositivo GPS, y la distancia se puede comparar con la distancia de propagación en cada frecuencia para detectar un movimiento que causa un exceso más allá de la distancia de propagación. Entonces, el momento en el que el canal debería cambiarse se puede determinar de antemano.

55 <Funcionamiento y efectos de esta realización>

60 Mediante el procedimiento de coordinación de banda de frecuencia en el sistema de radio cognitiva de acuerdo con esta realización, una banda de frecuencia que tanto un nodo de transmisión como un nodo de recepción ubicados cerca uno de otro pueden utilizar como canal de control se puede determinar rápidamente de entre las bandas de frecuencia de amplio alcance. Estrechando el rango de exploración en función de un valor de comprobación aleatoria obtenido al utilizar la información de ubicación y la información de tiempo como claves, se puede hacer una determinación más rápida. Una frecuencia que cumple con los requisitos de la aplicación puede determinarse rápidamente utilizando el canal de control establecido. Además, detectando cambios dinámicos en el estado de

utilización de la frecuencia y realizando un intercambio de información fiable entre el lado de transmisión y el lado de recepción, es posible cambiar las frecuencias utilizadas como canal de control y canal de datos.

(Modificaciones)

5 La realización descrita anteriormente es un modo específico de la presente invención presentado simplemente a modo de ejemplo. El alcance de la presente invención no se limita a la realización descrita anteriormente, sino que se pueden realizar diversas modificaciones dentro del concepto técnico de la presente invención.

10 Por ejemplo, el proceso de determinar realmente el canal de control después de la detección de frecuencias utilizables por nodos puede implementarse mediante procedimientos distintos al procedimiento descrito anteriormente. Por ejemplo, el nodo de transmisión puede transmitir una solicitud de conexión utilizando algunas (o una) de las frecuencias utilizables por él, y la información sobre las frecuencias utilizables por él puede estar
15 contenida en la solicitud de conexión. Por lo tanto, si el nodo de recepción recibe por lo menos una solicitud de conexión, puede reconocer las frecuencias utilizables por el nodo de transmisión. El nodo de recepción puede transmitir un ACK utilizando algunas (o una) de las frecuencias a las que ha recibido la solicitud de conexión, y la información sobre las frecuencias utilizables por él puede estar contenida en el ACK. Por lo tanto, si el nodo de transmisión recibe por lo menos un ACK, puede reconocer las frecuencias utilizables por el nodo de recepción.

20 Aunque el rango de frecuencia a explorar se estrecha utilizando una función de comprobación aleatoria en el proceso de determinación del canal de control, este estrechamiento no es esencial. Si el proceso de exploración puede realizarse rápidamente, el proceso de estrechamiento puede eliminarse, y la exploración del estado de la frecuencia puede realizarse en todo el rango de frecuencia que es adecuado para el canal de control.

25 Aunque en el proceso de determinación del canal de datos, el nodo de transmisión transmite paquetes sonda y selecciona una banda de frecuencia en la que se devuelve un ACK como canal de datos, este proceso puede eliminarse. Si se determina que una banda de frecuencia puede ser utilizada tanto por el nodo de transmisión como por el nodo de recepción como consecuencia de la exploración realizada por estos nodos, es muy probable que la comunicación se pueda realizar utilizando esa banda de frecuencia. Por lo tanto, dicha banda de frecuencia se
30 puede seleccionar como canal de datos sin realizar una verificación utilizando paquetes sonda. Especialmente en el caso en que la distancia entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción se puede determinar en base a la información del GPS, se puede eliminar una verificación utilizando paquetes sonda. Esto también se aplica no solo al proceso de establecer el canal de datos sino también al proceso de determinar un candidato para la nueva banda de frecuencia. Sin embargo, la utilización de paquetes sonda permite una determinación fiable de si la banda de
35 frecuencia es o no realmente utilizable y, en consecuencia, permite una coordinación más fiable de la frecuencia.

LISTA DE SIGNOS DE REFERENCIA

- 40 1: dispositivo de comunicación por radio
- 5: sección de procesamiento de señal digital
- 6: dispositivo de GPS
- 45 51: sección de control de la comunicación
- 52: sección de detección del estado de la radio
- 53: función de comprobación aleatoria
- 50 54: lista de frecuencias

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de coordinación de banda de frecuencia en un sistema de radio cognitiva que comprende:
- una etapa de determinación de canal de control para determinar una banda de frecuencia que se utilizará como canal de control;
- 10 una etapa de determinación de canal de datos para comunicar un estado de utilización de la frecuencia en torno a un nodo de transmisión y un nodo de recepción a través de dicho canal de control y de determinación de una banda de frecuencia para ser utilizada como canal de datos; y
- 15 una etapa de cambio de canal para comunicar un estado de utilización de la frecuencia en torno a un nodo de transmisión y un nodo de recepción durante la comunicación a través de dicho canal de control y el cambio de la banda de frecuencia utilizada como canal de control o canal de datos cuando el canal de control o el canal de datos que están siendo utilizados ha quedado inutilizable o se espera que quede inutilizable; en el que dicha etapa de determinación del canal de control comprende:
- 20 una etapa de detectar, por cada uno de los nodos de transmisión y de recepción, de bandas de frecuencia utilizables en un rango de frecuencia específico que son adecuadas para el canal de control;
- una etapa de transmitir, por el nodo de transmisión, una solicitud de conexión utilizando bandas de frecuencia utilizables por él;
- 25 una etapa de transmitir, por el nodo de recepción, una respuesta de acuse de recibo en bandas de frecuencia en las que el nodo de recepción ha recibido la solicitud de conexión; y
- una etapa de seleccionar, por el nodo de transmisión, cualquiera de las bandas de frecuencia en las que el nodo de transmisión ha recibido la respuesta de acuse de recibo, como canal de control;
- 30 y en el que el nodo de transmisión y el nodo de recepción tienen una función de comprobación aleatoria común (53), y en la etapa de detección de bandas de frecuencia utilizables en la etapa de determinación del canal de control, obtienen información de ubicación de los mismos e información de tiempo, y el rango de frecuencia sobre el cual se realizará la detección se estrecha en función de la información de ubicación y la información de tiempo utilizando la función de comprobación aleatoria (53).
- 35 2. Procedimiento de coordinación de banda de frecuencia en un sistema de radio cognitiva según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la banda de frecuencia utilizada como canal de control es una banda de frecuencia inferior a la banda de frecuencia utilizada como canal de datos.
- 40 3. Procedimiento de coordinación de banda de frecuencia en un sistema de radio cognitiva según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado por que** la banda de frecuencia utilizada como canal de control es la banda de frecuencia más baja entre las bandas de frecuencia utilizables.
- 45 4. Procedimiento de coordinación de banda de frecuencia en un sistema de radio cognitiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** dicha etapa de determinación del canal de datos comprende:
- 50 una etapa de detectar, por cada uno del nodo de transmisión y el nodo de recepción, bandas de frecuencia utilizables en un rango de frecuencia que cumple con un requisito para la comunicación de datos;
- una etapa de comunicar el estado de utilización de cada banda de frecuencia entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción, a través del canal de control;
- 55 una etapa de transmitir, por el nodo de transmisión, paquetes sonda que utilizan bandas de frecuencia que pueden ser utilizadas tanto por el nodo de transmisión como por el nodo de recepción;
- una etapa de transmitir, por el nodo de recepción, una respuesta de acuse de recibo en bandas de frecuencia en las que el nodo de recepción ha recibido los paquetes sonda; y
- 60 una etapa de seleccionar, por el nodo de transmisión, una, algunas o todas las bandas de frecuencia en las que el nodo de transmisión ha recibido la respuesta de acuse de recibo, como canales de datos.

5. Procedimiento de coordinación de banda de frecuencia en un sistema de radio cognitiva según la reivindicación 4, **caracterizado por que** dicha etapa de determinación de canal de datos comprende además una etapa de obtener, por el nodo de transmisión, información de ubicación de sí mismo y del nodo de recepción, y en dicha etapa de transmitir los paquetes sonda, las bandas de frecuencia en las que se van a transmitir los paquetes sonda se estrechan adicionalmente basándose en la distancia entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción.
6. Procedimiento de coordinación de banda de frecuencia en un sistema de radio cognitiva según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** dicha etapa de cambio de canal comprende:
- una etapa de detectar, por cada nodo de transmisión y nodo de recepción, bandas de frecuencia utilizables en un rango de frecuencia que son adecuadas para el canal de control y el canal de datos;
- una etapa de comunicar el estado de utilización de cada banda de frecuencia entre el nodo de transmisión y el nodo de recepción, a través del canal de control;
- una etapa de transmitir, por el nodo de transmisión, paquetes sonda que utilizan bandas de frecuencia que pueden ser utilizadas tanto por el nodo de transmisión como por el nodo de recepción; y
- una etapa de transmitir, por el nodo de recepción, una respuesta de acuse de recibo en bandas de frecuencia en las que el nodo de recepción ha recibido los paquetes sonda, en el que las bandas de frecuencia a las que se van a cambiar el canal de control y el canal de datos se seleccionan de entre las bandas de frecuencia en las que el nodo de transmisión ha recibido la respuesta de acuse de recibo.
7. Procedimiento de coordinación de banda de frecuencia en un sistema de radio cognitiva según la reivindicación 6, **caracterizado por que** dicha etapa de cambio de canal comprende además un etapa de notificar, por el nodo de transmisión, el nodo de recepción las bandas de frecuencia en las que el nodo de transmisión ha recibido la respuesta de acuse de recibo, a través del canal de control, en el que cada uno del nodo de transmisión y el nodo de recepción seleccionan bandas de frecuencia a las que el canal de control y el canal de datos deben ser cambiados de entre las bandas de frecuencia en las que la respuesta de acuse de recibo ha sido recibida de acuerdo con una política común.
8. Procedimiento de coordinación de banda de frecuencia en un sistema de radio cognitiva según la reivindicación 6 ó 7, **caracterizado por que** en dicha etapa de cambio de canal, en el caso en que el canal de control o el canal de datos ha quedado o se espera que quede inutilizable debido al deterioro en la calidad de la comunicación, se selecciona una banda de frecuencia más baja como la banda de frecuencia a la que se cambiará el canal, y en el caso de que el canal de control o el canal de datos ha quedado o se espera que quede inutilizable debido a una comunicación iniciada por un nodo que no sea el nodo de transmisión y el nodo de recepción, se selecciona una banda de frecuencia con una calidad apropiada para la comunicación como banda de frecuencia a la que se debe cambiar el canal.
9. Dispositivo (1) de comunicación por radio para un sistema de radio cognitiva que comprende:
- un medio de determinación de canal de control (51) para determinar una banda de frecuencia que se utilizará como canal de control en una comunicación con un nodo en el otro extremo de la comunicación;
- un medio de determinación del canal de datos para intercambiar con el nodo en el otro extremo información de la comunicación en los respectivos estados de utilización de la frecuencia en el entorno y determinar una banda de frecuencia que se utilizará como canal de datos; y
- un medio de cambio de canal para intercambiar con el nodo en el otro extremo información de comunicación en los respectivos estados de utilización de la frecuencia en el entorno durante la comunicación y cambiar la banda de frecuencia utilizada como canal de control o canal de datos cuando el canal de control que se está utilizando o el canal de datos que se está utilizando han quedado inutilizables o se espera que queden inutilizables, en el que el dispositivo está configurado con un medio para actuar como nodo de transmisión y un medio para actuar como nodo de recepción, en el que el dispositivo comprende además:
- un medio de detección para detectar bandas de frecuencia utilizables en un rango de frecuencia específico que son adecuadas para el canal de control;
- un medio de transmisión para transmitir, cuando el dispositivo actúa como nodo de transmisión, una solicitud de conexión utilizando bandas de frecuencia utilizables por él mismo, y transmitir, cuando el dispositivo actúa como nodo de recepción, una respuesta de acuse de recibo en bandas de frecuencia en las que el nodo de recepción ha recibido la solicitud de conexión; y

un medio de selección para seleccionar, cuando el dispositivo está actuando como nodo de transmisión, cualquiera de las bandas de frecuencia en las que el nodo de transmisión ha recibido la respuesta de acuse de recibo, como canal de control;

5 y en el que el dispositivo comprende una función de comprobación aleatoria (53) común, y el medio de detección está dispuesto para obtener información de ubicación del dispositivo e información de tiempo, y para estrechar el rango de frecuencia sobre el que se va a realizar la detección en base a la información de ubicación y la información de tiempo utilizando la función de comprobación aleatoria (53).

10

FIG. 1

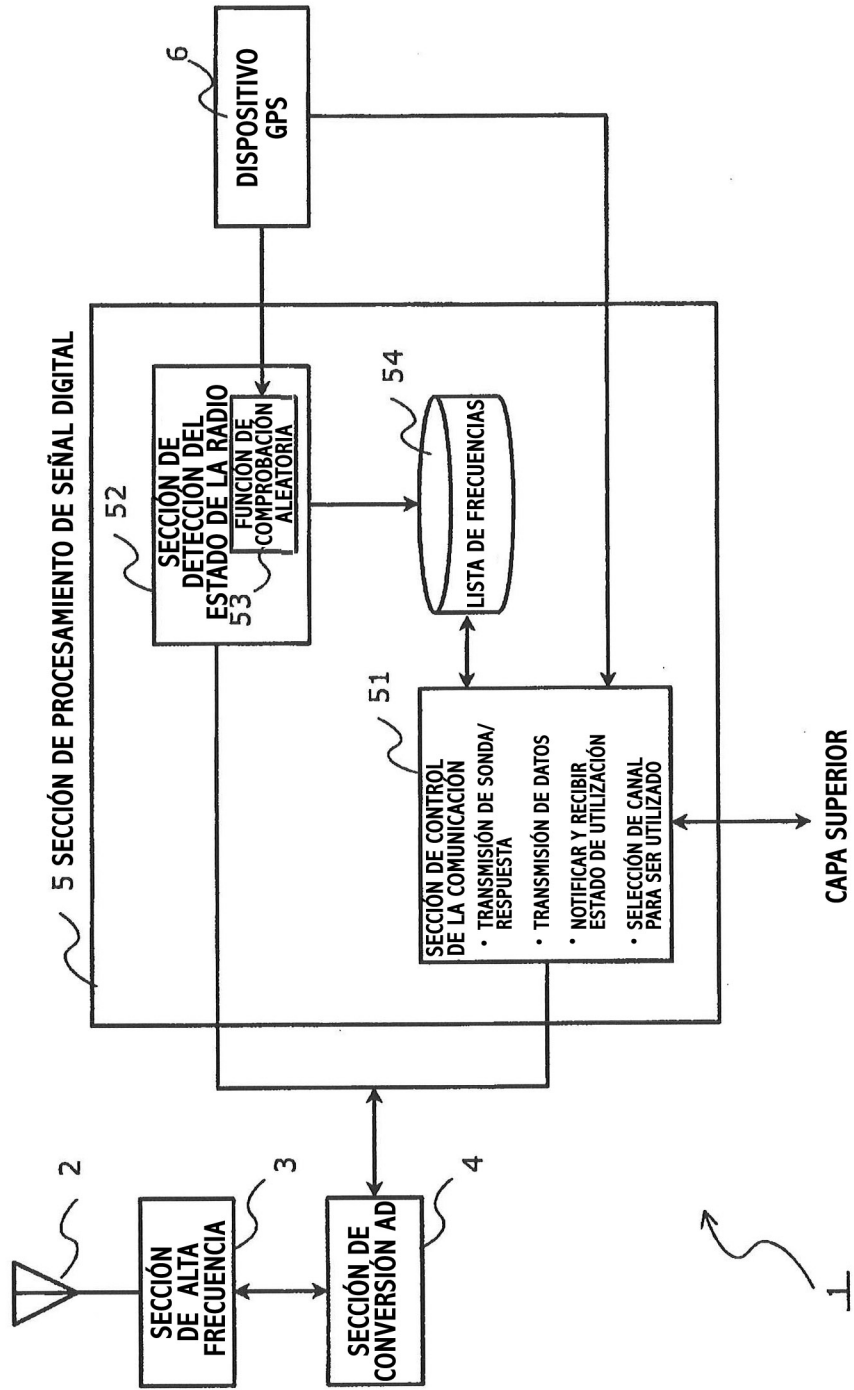


FIG. 2

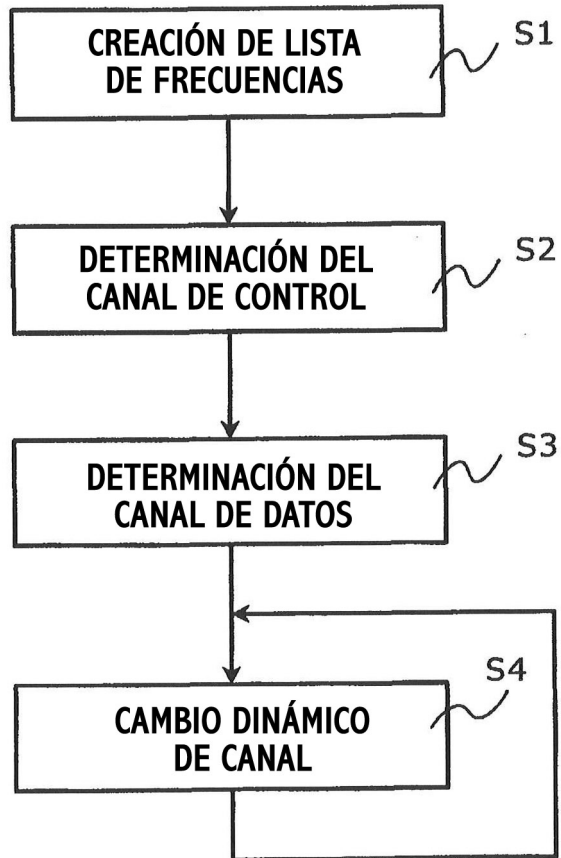


Fig. 3

LISTA DE FRECUENCIAS (ESTADO INICIAL)

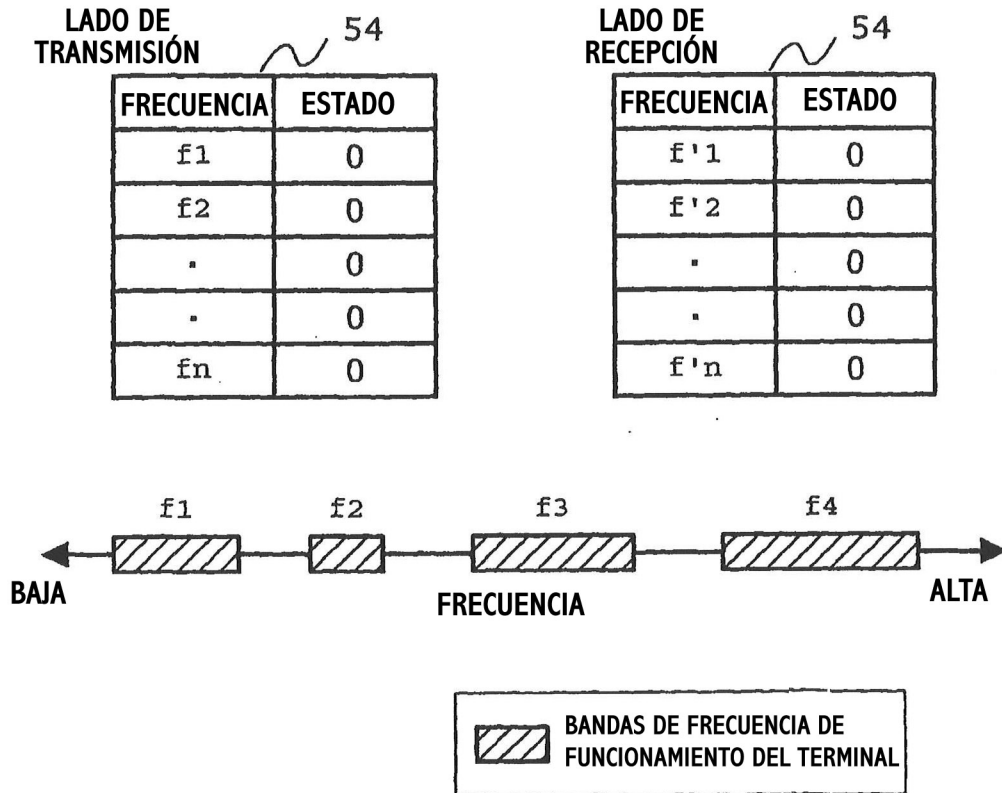


FIG. 4

PROCESO PARA ESTABLECER EL CANAL DE CONTROL

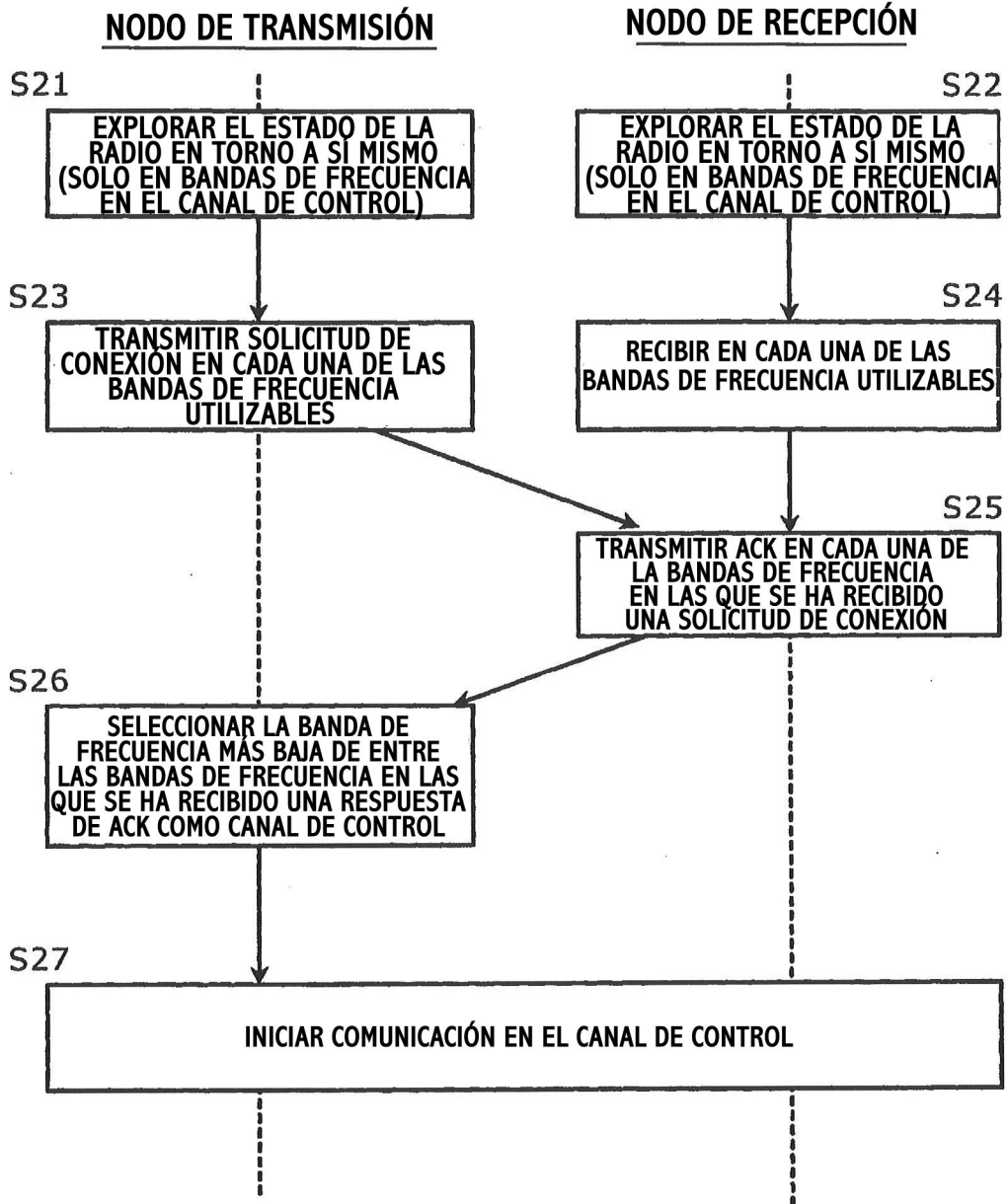


FIG. 5A

COORDINACIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIA PARA SER EXPLORADAS (CANAL DE CONTROL) PARTE 1

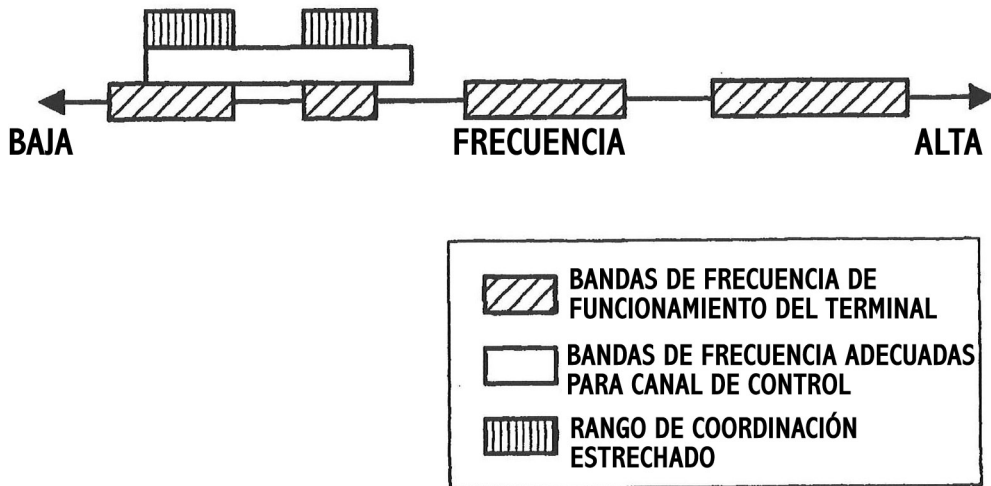


FIG. 5B

COORDINACIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIA PARA SER EXPLORADAS (CANAL DE CONTROL) PARTE 2

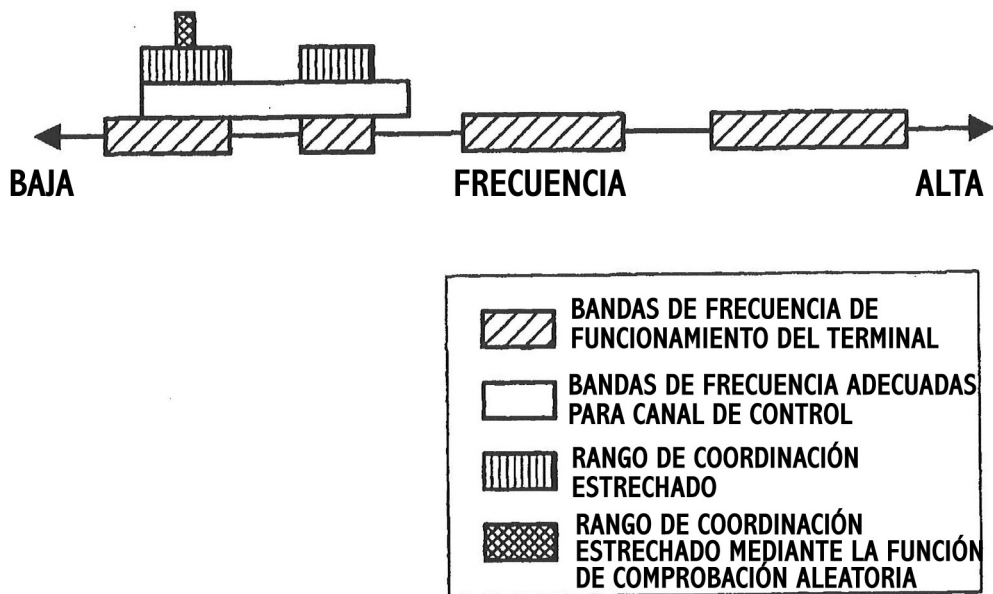


FIG. 6

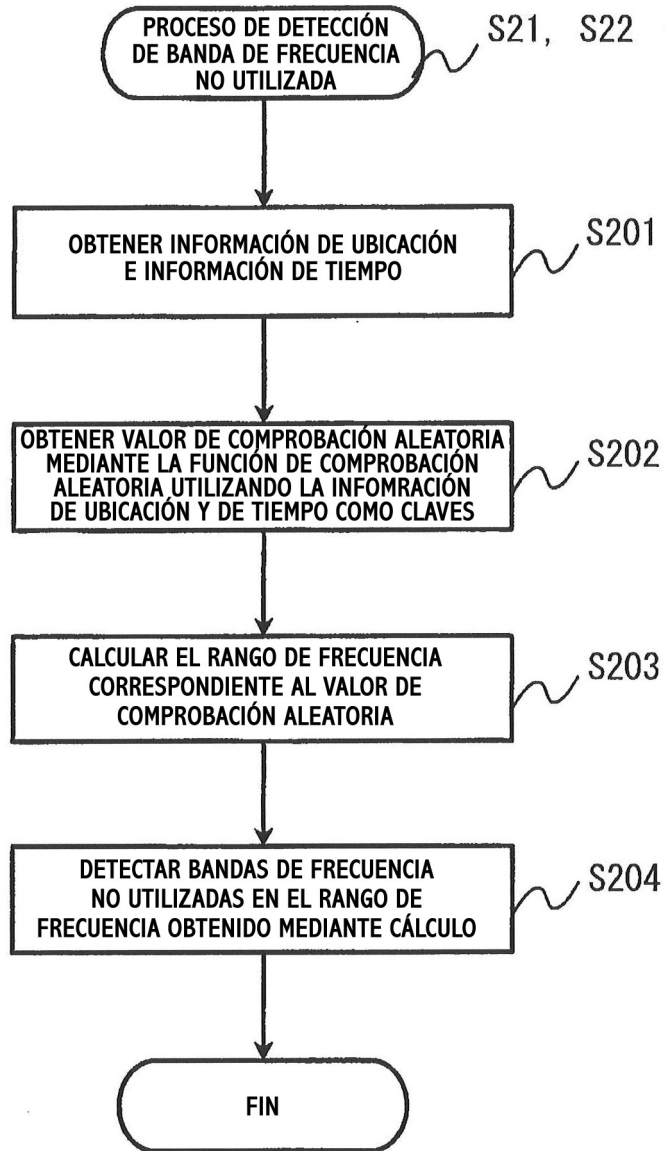


FIG. 7

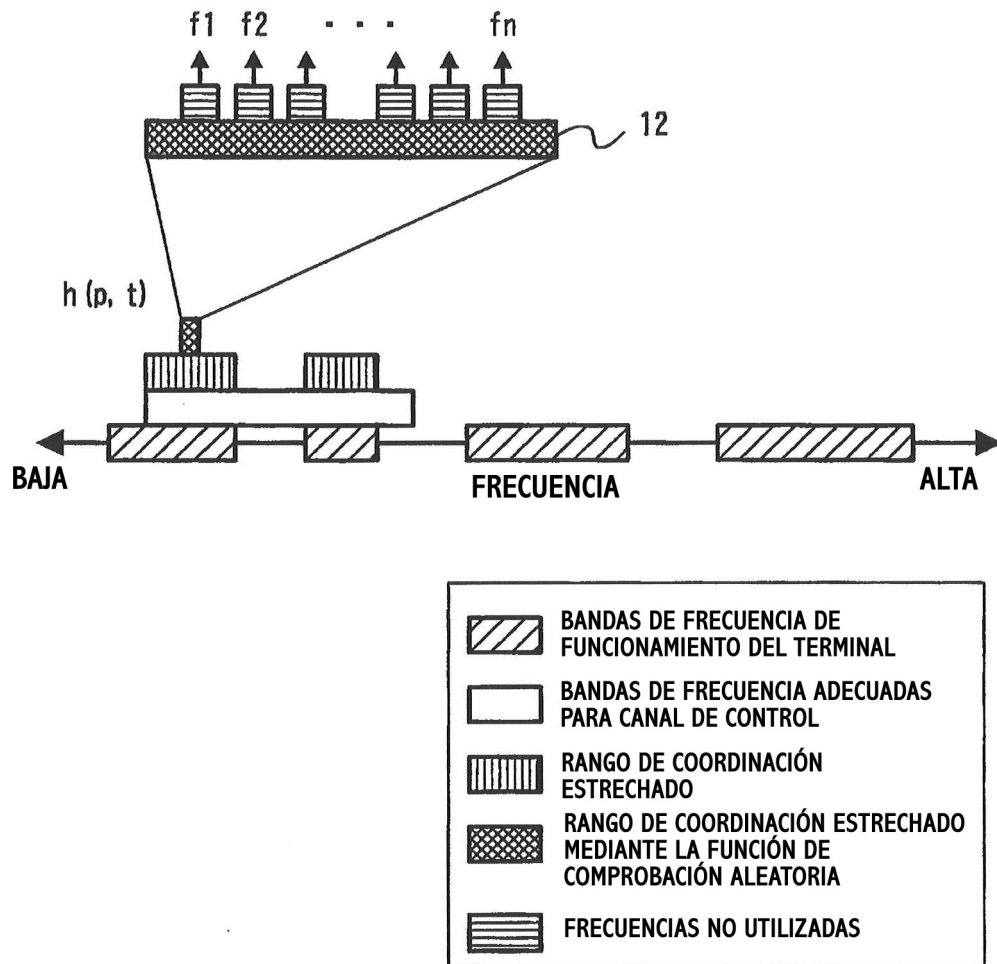


FIG. 8

PROCESO PARA ESTABLECER EL CANAL DE DATOS

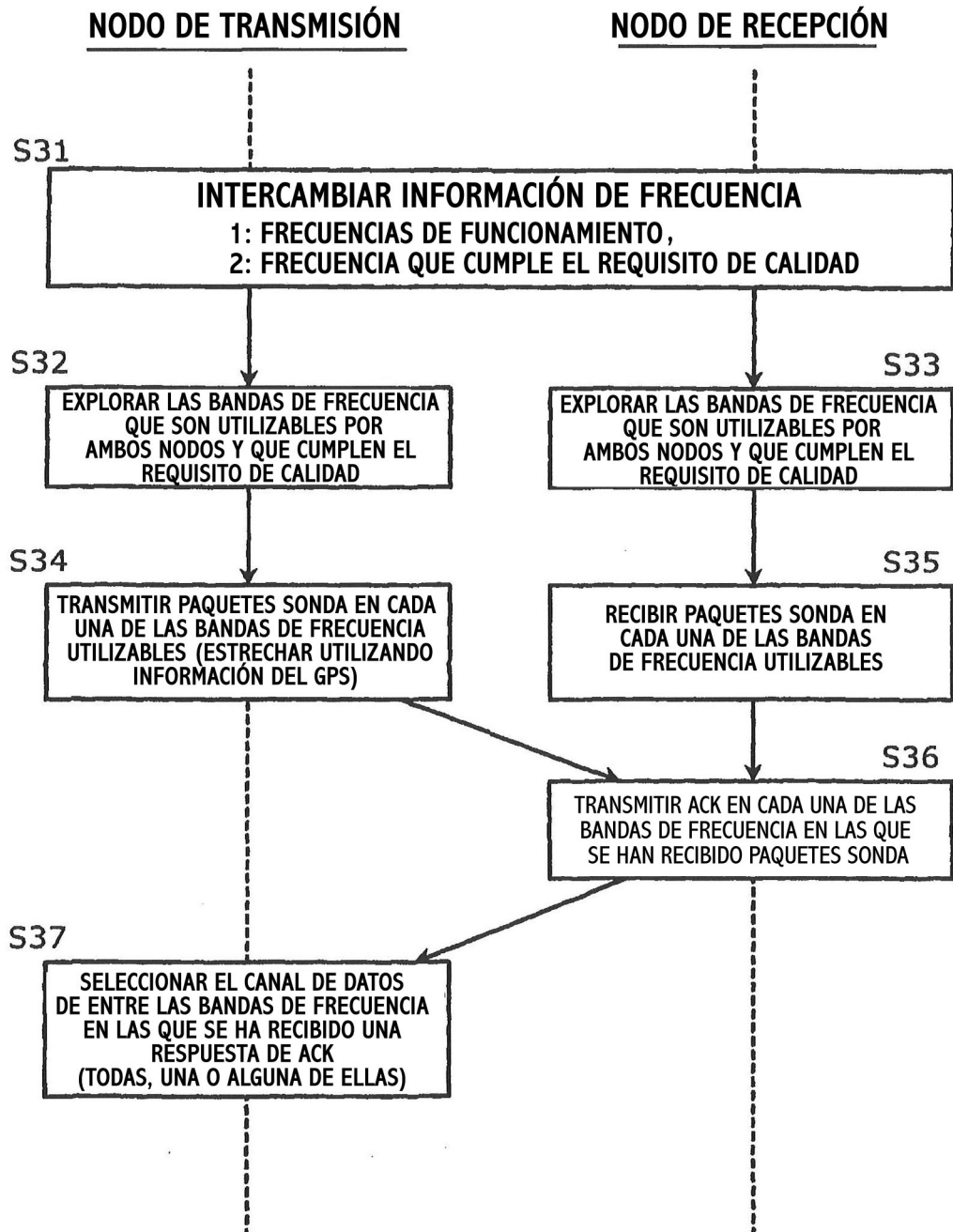


FIG. 9

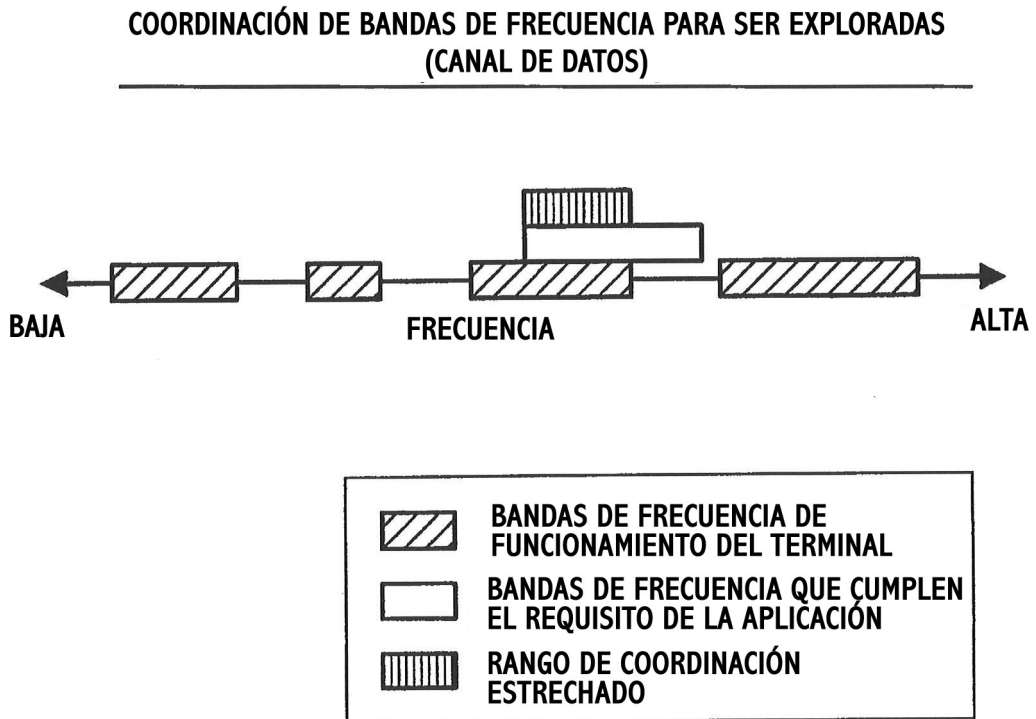


FIG. 10

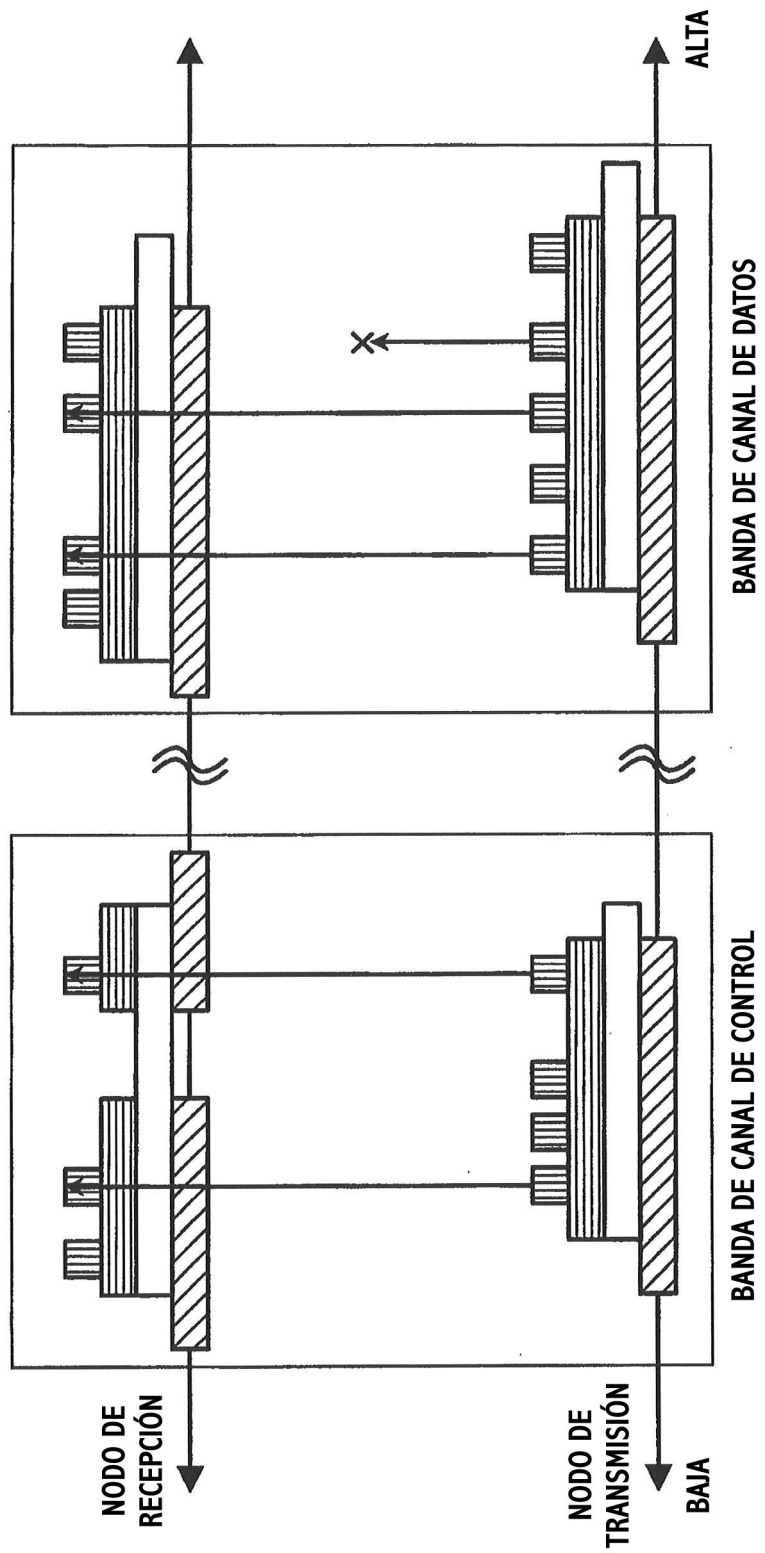


FIG. 11

54

FRECUENCIA	ESTADO
f1	0
f2	1
f3	1
.	.
.	.
f4	-1
f5	1
f6	1

← CANAL DE CONTROL

← CANAL DE DATOS

FIG. 12

PROCESO DURANTE LA COMUNICACIÓN

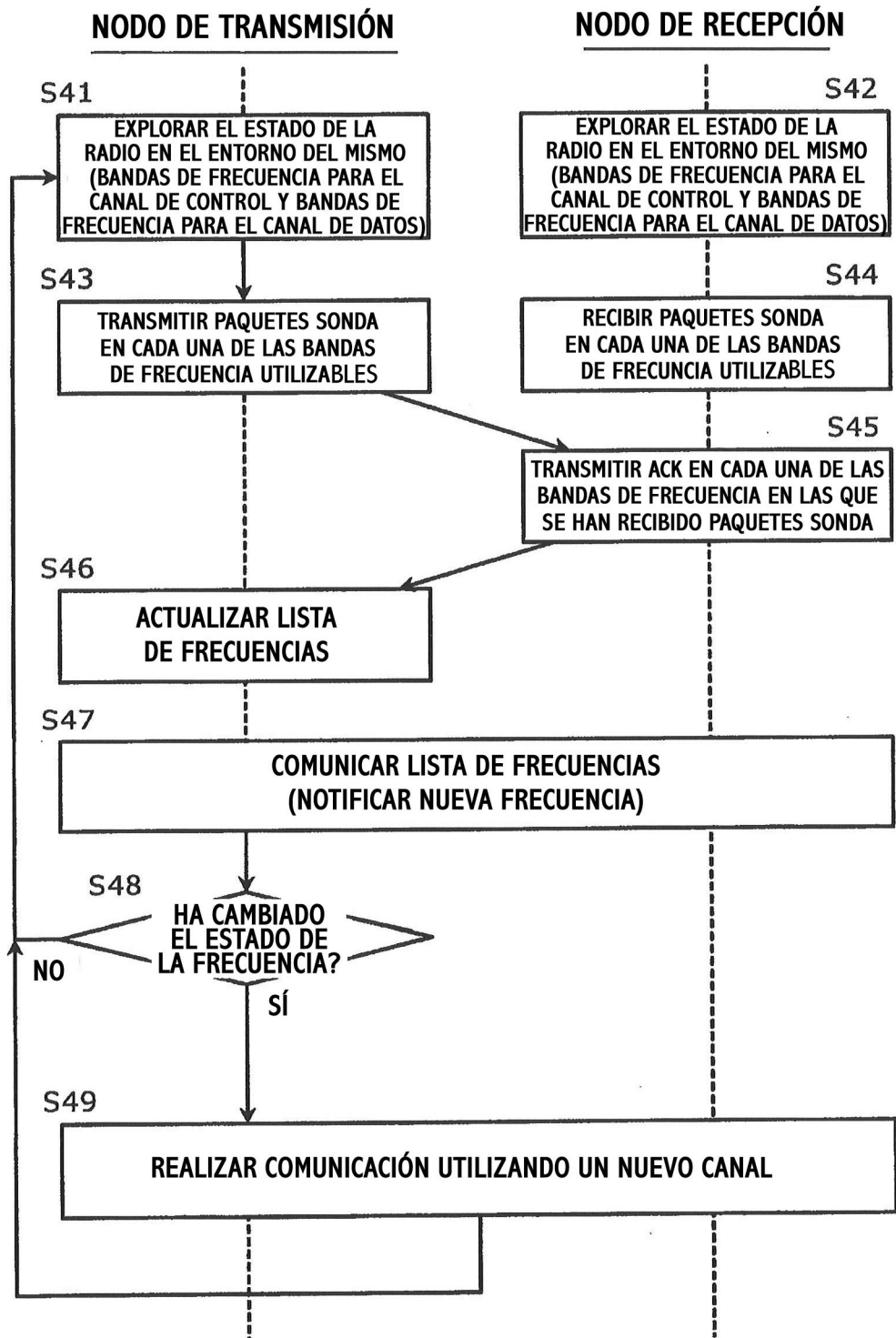
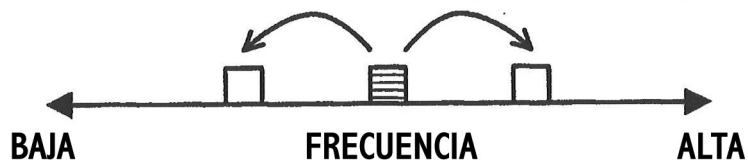


FIG. 13

(A)

EN EL CASO DE QUE SE DETECTE UN USUARIO PRINCIPAL

**CAMBIAR A UNA FRECUENCIA QUE TENGA
UNA CALIDAD DE COMUNICACIÓN APROPIADA**



(B)

**EN EL CASO DE QUE OCURRA UN DETERIORO
DE LA CALIDAD DE LA COMUNICACIÓN**

CAMBIAR A UNA BANDA DE FRECUENCIA MENOR

