

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 772 524**

51 Int. Cl.:

H04W 16/06 (2009.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H04W 72/04 (2009.01)

H04J 11/00 (2006.01)

H04W 16/14 (2009.01)

H04W 16/18 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2014** **E 14200498 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019** **EP 2938113**

54 Título: **Procedimiento y sistema de compartición del espectro de radio**

30 Prioridad:

31.12.2013 FR 1303117

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

07.07.2020

73 Titular/es:

THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade Nord
92400 Courbevoie , FR

72 Inventor/es:

SOULIE, ANTOINE

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 772 524 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 y sistema de compartición del espectro de radio

El objeto de la invención se refiere a un procedimiento y un sistema que permiten compartir el espectro de radio entre varios sistemas o entre varias redes que, en funcionamiento, están obligados a utilizar una misma banda de espectro o una parte de una banda de espectro.

Uno de los principales problemas relacionados con la gestión del espectro de radio tiene que ver con las interferencias que los sistemas de transmisión de una red móvil generan en los sistemas de recepción de otra red de difusión (en anglosajón “*broadcast*”) o de otra red móvil. Estas interferencias reducen el alcance y/o la calidad de las transmisiones.

El estado de la técnica conocido por el solicitante consiste, por ejemplo, en gestionar el espectro de manera estática, realizando estudios de compatibilidad ascendente que permiten determinar condiciones de utilización de estos sistemas. El papel de la unión internacional de comunicaciones o ITU y de la CEPT (*European Communication of Postal and Telecommunications administrations*) a nivel europeo es gestionar esta coexistencia. La coexistencia es generalmente asegurada definiendo un calibrado de emisión para cada uno de los sistemas, y añadiendo una banda de guarda que permita considerar los sistemas adyacentes como aislados en el plano radioeléctrico. El problema resultante de este enfoque es doble. El espectro no se comparte más que estáticamente y la banda de guarda es en general importante.

Han tenido lugar numerosos estudios sobre la radio cognitiva en general, cuyo objetivo es escanear (*scanner*) el entorno radioeléctrico y aprovechar esta información para utilizar el espectro que queda vacante. El problema principal de este enfoque proviene del hecho de que los sistemas adyacentes no se conocen, a priori, y que las reglas de prioridad de acceso al espectro no son generalmente definidas, a menos que se ha definido un acuerdo de licencia denominado LSA, abreviatura anglosajona de *License Scheme Agreement*, entre un usuario principal y un usuario secundario. Este acuerdo es específico entre dos usuarios que utilizan una gestión manual para repartirse el espectro.

Otro enfoque se encuentra en la tecnología LTE (estandarizada por el 3GPP *Long Term Evolution*) conocido del Campo técnico que ha introducido una técnica para la compartición del espectro semiestático entre estaciones de base adyacentes. El protocolo de reparto del espectro o en anglosajón “*load sharing*”, es transportado por una red IP de Internet, a la cual se conectan las estaciones de base. Cada operador define las reglas para la compartición del espectro que desea utilizar. En particular, el LTE ofrece la posibilidad de crear una subred de difusión o “*broadcast*” en un conjunto de zonas geográficas predeterminado. Esta subred comparte el espectro y la capa física con las transmisiones punto a punto o *unicast*, en el conjunto de las estaciones de base de una zona geográfica. En el ámbito de esta tecnología, la compartición del espectro semiestático tiene lugar únicamente en el seno de un solo sistema para el cual son idénticas las reglas de prioridad de acceso al espectro. La subred de *broadcast* utiliza el mismo estándar de transmisión y los mismos equipos que la LTE.

La solicitud de patente US 2012/057533 divulga un procedimiento de compartición de espectro entre dos redes que toman en cuenta las características de los sistemas, de los valores de coexistencia, de la información medioambiental de espectro de radio de las redes vecinas, para asignar a una red inalámbrica, una porción del espectro o de una banda de frecuencia.

A continuación en la descripción, se designa bajo la expresión “sistema restrictivo”, a un sistema para el cual la banda de frecuencias es fija, y por “sistema no restrictivo” a un sistema para el cual la banda de frecuencia es flexible, en anchura y/o posición dentro del espectro, sin tener necesidad de pasarla a reposo. La tecnología LTE responde en particular a este criterio.

En la práctica, dicho sistema actualmente se implementa utilizando una modulación para subportadoras ortogonales, pero este tipo de implementación no es una obligación. La expresión “adyacente” corresponde a una adyacencia en el seno espectral de dos sistemas que tengan una zona de cobertura de radio común.

El término canalización es en este caso sinónimo de anchura de canal de radio. Para un sistema de radio dado, la canalización es definida por la cantidad de espectro necesaria para la transmisión e incluye bandas de guarda necesarias que permiten evitar interferencias con los sistemas adyacentes. En el sistema LTE, la canalización es cuantificada y toma un valor en el conjunto {1,4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, 20 MHz}. El sistema LTE puede estar situado en diferentes bandas de frecuencias, típicamente las bandas de comunicación móviles civiles asignadas por la ITU, pero pueden igualmente ser desplegadas en otras bandas definidas por cada Estado u organismo oficial propietario de la banda (por ejemplo NATO).

Uno de los objetivos de la presente invención es proponer un procedimiento que permita gestionar la compartición dinámica del espectro entre varios sistemas o entre dos redes que van a ser llevadas a utilizar la misma banda de base.

La invención se refiere a un procedimiento de compartición del espectro en una red de comunicación que comprende al menos una primera red que comprende primero sistemas S_1 de transmisión y una segunda red que comprende segundos sistemas S_2 de transmisión, trabajando las redes en las gamas de frecuencias que pueden superponerse al

menos parcialmente y en una misma zona geográfica, que conducen a compartir una banda de espectro, caracterizado porque comprende al menos las etapas siguientes:

- Afiliar el al menos primer sistema y el al menos segundo sistema a un servidor y comunicar a este último reglas de compartición del espectro,
- 5 • Determinar si existe un sistema restrictivo para el cual la banda de frecuencia es fija y si existe, atribuir a dicho sistema restrictivo una primera subbanda de espectro de la banda de espectro compartida, para una zona geográfica dada, generar una alarma si esto no es posible,
- Efectuar esta atribución para todas las zonas geográficas cubiertas por dicho sistema restrictivo,
- 10 • identificar los sistemas no restrictivos y, aplicando las reglas de compartición del espectro, atribuir a cada uno de los sistemas no restrictivos y a cada zona geográfica definida, una subbanda de espectro para cada uno de los sistemas en función de la zona geográfica cubierta por la red, y en el caso en el que hay imposibilidad de encontrar una subbanda del espectro, generar una alarma.

Los sistemas no restrictivos utilizan, por ejemplo, una modulación OFDM con una anchura de banda variable de un sistema al otro y una banda de guarda se inserta a nivel de la o de las subbandas atribuidas a un sistema.

15 Para la implementación del procedimiento, se utiliza por ejemplo, un enlace IP entre el servidor y dichos sistemas.

Según una variante de realización, el procedimiento puede implementar reglas de compartición del espectro entre dos o varios sistemas en función de la fecha y de la hora.

El procedimiento según la invención es utilizado para redes de radio.

20 Según un modo de realización, el procedimiento implementa un algoritmo de repartición del espectro implementado por el servidor que comprende las etapas siguientes:

Solicitud de afiliación de un sistema de radiotransmisión

Decodificación

- De la zona o de las zonas de cobertura previstas, Z_k ,
- De la gama de frecuencias en la cual opera la red, B_k ,
- 25 • De la capacidad de la red de cambios de frecuencia en la gama,
- De la capacidad de la red de trabajar con una anchura de banda variable

Identificación de las redes en compartición de espectro en función

- De la zona geográfica Z_i ,
- De la gama de frecuencia B_i ,

30 **Para cada zona geográfica Z_i impactada por la nueva red:**

- Situar los sistemas restrictivos de frecuencia,
- Determinar en la gama de frecuencia común la mejor frecuencia de la nueva red, proporcionando esta la banda más ancha, teniendo en cuenta sus capacidades espectrales,
- Determinar los pares de sistemas adyacentes en el seno espectral en la nueva red,

35 Para cada sistema adyacente al sistema restrictivo:

- Calcular la banda de guarda necesaria teniendo en cuenta las características de los dos tipos de sistemas,
- Si los dos son de una anchura de banda fija, verificar que esta banda está disponible, si no rearmar una alarma,
- 40 • Si uno es de banda variable y el otro de banda fija, calcular la anchura de banda máxima del sistema de anchura de banda variable teniendo en cuenta la banda de guarda y teniendo en cuenta la posibilidad de fijar o no la anchura de las subportadoras,

- Si los dos tienen una banda variable, calcular las anchuras de bandas máximas aplicables a cada uno de los sistemas.

Para cada sistema de anchura variable:

- Teniendo en cuenta las adyacencias, calcular las anchuras de canalizaciones autorizadas,
- 5
- Indicar al sistema la frecuencia, las canalizaciones, el punto de acceso IP, por ejemplo, del o de los sistemas con los cuales el espectro será compartido y el protocolo aplicable para la gestión semiestática del espectro entre el sistema.

La etapa de inicialización es, por ejemplo, ejecutada de la manera siguiente:

Recepción de una configuración del servidor:

- 10 El servidor va a indicar a cada sistema con cuales de los otros sistemas va a interactuar
- establecimiento de un enlace IP con el subsistema de gestión del espectro de cada uno de los sistemas presentes en las bandas adyacentes,
 - puesta en marcha del sistema con los parámetros de frecuencia, anchura de banda y canalización de las subportadoras calculadas anteriormente,
- 15
- puesta en marcha del protocolo de compartición del espectro con el otro sistema con el cual se establece el enlace.

Otras características y ventajas del dispositivo según la invención aparecerán mejor de la lectura de la descripción siguiente de un ejemplo de realización dado a título ilustrativo y no limitativo al que se anexan las figuras que representan:

- 20
- La figura 1, es un ejemplo de implementación del procedimiento según la invención,
 - La figura 2, un ejemplo de repartición del espectro, y
 - La figura 3, otro ejemplo de implementación del procedimiento según la invención.

La figura 1 esquematiza un ejemplo de implementación del procedimiento según la invención para gestionar la compartición del espectro por medio, por ejemplo, de un servidor 13 conectado a una primera red 10 de tipo Satcom operada por un primer operador que comunica con un satélite 11 por medios apropiados, y una segunda red 12 de tipo LTE operada por un segundo operador, disponible para los usuarios de un avión A por ejemplo. La banda de espectro compartida es, por ejemplo, el intervalo de frecuencias [15-20 MHz]. El avión A escucha por ejemplo las redes de tierra LTE, o la red Satcom o incluso las dos y se puede conectar con las dos. En el contexto, primeros sistemas S_1 de radiotransmisión van a buscar afiliarse a la primera red 10 y segundos sistemas S_2 de radiotransmisión a la segunda red 12.

25

30

El servidor 13 comprende, por ejemplo, un procesador 14 adaptado para ejecutar las etapas del procedimiento según la invención, un módulo 15 de gestión de afiliación de los sistemas, un módulo 16 de comunicación o de intercambio de datos con la Satcom y con la red de tipo LTE. El servidor 13 dispone en la memoria 17, un conjunto de reglas de repartición del espectro que son comunicadas por los sistemas que se van a afiliarse. El servidor va a utilizar estas reglas para repartir el espectro y calcular las bandas de guarda, si es necesario, a insertar para sistemas restrictivos, por ejemplo. Durante la afiliación de un sistema, el servidor va a memorizar las características de los diferentes sistemas durante su afiliación.

35

En el ejemplo dado, el servidor 13 está centralizado y gestiona globalmente el espectro, en una gama espectral dada, en una zona geográfica dada.

40 La primera red y la segunda red son llevadas a compartir una banda B_i de espectro que puede dividirse en N subbandas SBI.

Según otra variante de realización, se podrá imaginar, después de que el servidor haya gestionado la compartición del espectro, que los sistemas afiliados o las redes, comunican directamente entre ellas con el fin de definir las subbandas que se van a utilizar. En este caso, las redes o los sistemas van a comunicarse entre sí utilizando el protocolo y las reglas de compartición del espectro que el servidor les habrá transmitido.

45

Un sistema S_k se caracteriza en particular por una banda B_k de frecuencia que utiliza, una zona Z_k geográfica y una forma M_k de onda para las comunicaciones, posiblemente por un criterio de prioridad. Por ejemplo, la prioridad podrá estar relacionada con un intervalo temporal de utilización en el día, atribuido por la red. Cada sistema considerado en la descripción comprende medios de emisión/recepción, un procesador, medios de comunicación con al menos el servidor y posiblemente con otros sistemas afiliados que van a utilizar una misma banda de espectro.

50

En un instante dado, el servidor contempla los sistemas de radiotransmisión o redes que generan una solicitud de afiliación. El servidor va a memorizar, para un sistema R_k dado, su naturaleza, sea un sistema R_{ck} restrictivo o un sistema R_{cnk} no restrictivos, la banda B_k de frecuencia que necesita, la forma M_k de onda que utiliza, la zona Z_k geográfica que cubre. Las reglas y las modalidades de compartición del espectro son comunicadas al servidor para cada red o sistema después de su afiliación.

En resumen, para cada sistema o para cada red R_k el servidor va a ejecutar por ejemplo las siguientes etapas:

Para toda R_k afiliada

¿ R_k es un sistema restrictivo?

Si lo es, entonces el servidor toma en cuenta la banda B_k de espectro solicitada y la zona Z_k geográfica, y contempla si una subbanda del espectro compartido B_i correspondiente a la solicitud de R_{ck} , si es así asigna la subbanda al sistema R_{ck} y determina las bandas de guarda a insertar,

si no es un sistema restrictivo, entonces el servidor va a buscar si existe otra red restrictiva afiliada, si lo hay, va a buscar si es posible atribuirle una subbanda del espectro,

después de haber considerado todos los sistemas que se le han afiliado, el servidor ha atribuido a los sistemas R_{ck} restrictivos afiliados una o varias subbandas del espectro, 21 en la figura 2, en función de la zona geográfica asociada al sistema,

el servidor entonces considera los sistemas R_{cnk} no restrictivos,

aplica las reglas de atribución, considera las subbandas disponibles que quedan después de la atribución para los sistemas restrictivos, zona 21 en la figura 2 y va a contemplar para cada sistema R_{cnk} no restrictivo si existe, para una zona Z_k geográfica una subbanda de frecuencia SB_k disponible, si existe por tanto atribuye a este sistema R_{cnk} una subbanda SB_k , si no va a rearmar una alarma que se traduce en la imposibilidad de atribuir una subbanda del espectro.

El algoritmo de repartición del espectro implementado por el servidor comprende, por ejemplo, las etapas descritas a continuación.

Solicitud de afiliación de un sistema de radio de trasmisión, por ejemplo

Decodificación:

- De la zona o de las zonas de cobertura previstas, Z_k ,
- De la gama de frecuencia en la cual opera la red, B_k ,
- De la capacidad de la red de cambiar de frecuencia en la gama,
- De la capacidad de la red de trabajar con una anchura de banda variable

Identificación de las redes en compartición de espectro en función

- De la zona geográfica Z_i ,
- De la gama de frecuencia B_i ,

Para cada zona geográfica Z_i impactada por la nueva red:

- Situar los sistemas restrictivos de frecuencia (por ejemplo, operador),
- Determinar en la gama de frecuencia común la mejor frecuencia de la nueva red, proporcionando esta la banda más ancha, teniendo en cuenta sus capacidades espectrales,
- Determinar los pares de sistemas adyacentes en el seno espectral en la nueva red,

Para cada sistema adyacente al sistema restrictivo:

- Calcular la banda de guarda necesaria teniendo en cuenta las características de los dos tipos de sistemas,
- Si los dos son de una anchura de banda fija → verificar que esta banda está disponible, si no rearmar una alarma,

- Si uno es de banda variable y el otro de banda fija → calcular la anchura de banda máxima del sistema de anchura de banda variable teniendo en cuenta la banda de guarda y teniendo en cuenta la posibilidad de fijar o no la anchura de las subportadoras,
- Si los dos tienen una banda variable → calcular las anchuras de bandas máximas aplicables a cada uno de los sistemas.

Para cada sistema de anchura variable:

- Teniendo en cuenta las adyacencias, calcular las anchuras de canalizaciones autorizadas,
- Indicarle la frecuencia, las canalizaciones, el punto de acceso IP, por ejemplo, del o de los sistemas con los cuales el espectro será compartido y el protocolo aplicable para la gestión semiestática del espectro entre el sistema.

Sin apartarse del ámbito de la invención, se podrán también aplicar estas diferentes etapas de afiliación de una red.

La inicialización del procedimiento puede ejecutarse de la manera siguiente:

Recepción de una configuración del servidor:

El servidor va a indicar a cada sistema con cuáles de los otros sistemas va a interactuar:

- establecimiento de un enlace IP con el subsistema de gestión del espectro de cada uno de los sistemas presentes en las bandas adyacentes,
- puesta en marcha del sistema con los parámetros de frecuencia, anchura de banda y canalización de las subportadoras calculadas anteriormente,
- puesta en marcha del protocolo de compartición del espectro con el otro sistema con el cual se establece el enlace.

Según una variante de realización, la compartición del espectro puede ser dinámica y el servidor puede aplicar reglas de compartición del espectro entre dos sistemas en función de la fecha y de la hora.

En el caso de sistema restrictivo, el tipo de modulación utilizada puede que no sea una modulación OFDM, y en ese caso, el servidor determinará la banda de guarda a insertar por un sistema restrictivo dado teniendo en cuenta sistemas adyacentes en el seno espectral del sistema.

En el caso de sistemas no restrictivos adyacentes que utilicen la modulación OFDM pero con anchuras de banda variables de un sistema al otro, será en ciertos casos necesario introducir una banda de guarda en función de las características de radio respectivas de los sistemas.

En el caso de sistemas no restrictivos adyacentes, que pudieran además ajustar de manera dinámica la canalización de las subportadoras, la implementación del protocolo de negociación puede permitir fijar el valor de la anchura del canal de las subportadoras entre dos sistemas por zona geográfica. Esto permite ventajosamente realizar una ortogonalización en las zonas geográficas donde están presentes simultáneamente dos sistemas, sin tener necesidad de introducir la banda de guarda entre los dos sistemas.

La implementación de un protocolo automático de negociación entre sistemas permite fijar la frecuencia absoluta de uno con respecto al otro de manera que las subportadoras sean efectivamente ortogonales.

El sistema podrá utilizar una modulación de tipo SOFDM.

Los ejemplos descritos anterior mente se aplican para sistemas con una modulación de frecuencia OFDMA de 15 kHz tal como la aplicada por la tecnología LTE.

La figura 3 esquematiza un ejemplo de implementación del procedimiento según la invención en el caso de una reducción temporal y localizada de la capacidad *broadcast* de la televisión digital o TDT. En este ejemplo, se va a utilizar por ejemplo un sistema de difusión o "*broadcast*", 31, con una frecuencia ortogonal compatible de la capa física, PHY, de la red LTE, una modulación OFDM con subportadoras de 15 kHz. En esta figura, la interferencia sin implementación del procedimiento tiene lugar en el receptor de TDT, 33 que recibe a la vez la difusión que proviene del sistema 31 y entre la emisión de enlace ascendente UL (*Up Link*), 34, de los terminales móviles. La banda de emisión del terminal es de hecho adyacente a la banda de recepción del receptor de TDT.

En caso de necesidad, si las reglas de compartición del espectro dan privilegio a un uso para la seguridad civil, la difusión de la TDT va a liberar una parte del espectro en la zona geográfica correspondiente. Este espectro va poder ser utilizado por redes de seguridad, por ejemplo de seguridad civil, de video vigilancia, etc. En un ejemplo de despliegue particular, el espectro compartido entre la TDT y el sistema LTE en el territorio nacional cubre una banda

de 9 MHz. La TDT dispone de capacidades de frecuencia bajo esta banda, que cubren un espectro de varias decenas de MHz. El sistema LTE, utilizado por las fuerzas de seguridad civil, dispone de un espectro propio de 3 MHz por encima de esta banda de 9 MHz. En tiempos normales este espectro no se utiliza más que por los emisores de TDT. En caso de intervención importante que necesite utilizar las comunicaciones de manera vital, las fuerzas de seguridad pueden solicitar a través del sistema 35, que los emisores de TDT que difunden en la zona de intervención liberen el espectro, hasta una altura de 9 MHz, en beneficio del sistema LTE durante la duración de la intervención. Al final de la intervención, el sistema LTE indica que el espectro está de nuevo disponible, sólo los 3 MHz dedicados permanecen utilizables por las fuerzas de seguridad. Esta variante permite una compartición del espectro para la dirección de enlace descendente DL (*Down Link*) o de enlace ascendente UL. Será posible utilizar la interfaz estandarizada X₂ del LTE.

El procedimiento según la invención es utilizado en particular para proporcionar una interfaz de gestión del espectro que reanuda la compartición de espectro de la forma 3GPP TS 36.423 conocida por el experto en la técnica y extendiendo esta norma: entre sistemas 3GPP (LTE) y no 3GPP, es decir, Satcom, difusión de TV o *Broadcast TV*. El procedimiento permitirá esta comunicación, no en función de un enlace X2 entre dos equipos de transmisión sino entre dos equipos de gestión y de supervisión del espectro en las zonas geográficas en las cuales transmiten estos sistemas.

El procedimiento según la invención permite gestionar la compartición del espectro entre varios medios de radio establecidos en bandas adyacentes. La invención ofrece por tanto más disponibilidad del espectro para comunicaciones críticas. Cuando los sistemas tienen la misma capa física, se puede evitar la utilización de una banda de guarda.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de compartición del espectro en una red de comunicación que comprende al menos una primera Red (10) que comprende primeros sistemas S_1 de transmisión y una segunda red (12) que comprende segundos sistemas S_2 de transmisión, trabajando las redes en gamas de frecuencias que pueden superponerse al menos parcialmente y en una misma zona geográfica, conduciendo a compartir una banda de espectro, **caracterizado porque** comprende al menos las etapas siguientes:
- Afiliar el al menos primer sistema y el al menos segundo sistema a un servidor (13) y comunicar a este último reglas de compartición del espectro,
 - 10 • Determinar si existe un sistema restrictivo para el cual la banda de frecuencia es fija y si existe, atribuir a dicho sistema restrictivo una primera subbanda de espectro de la banda de espectro compartida, para una zona geográfica dada, generar una alarma si esto no es posible,
 - Efectuar esta atribución para todas las zonas geográficas cubiertas por dicho sistema restrictivo,
 - 15 • Identificar los sistemas no restrictivos y, aplicando las reglas de compartición del espectro, atribuir a cada uno de los sistemas no restrictivos y a cada zona geográfica definida, una subbanda de espectro para cada uno de los sistemas en función de la zona geográfica cubierta por la red, y en el caso en el que hay imposibilidad de encontrar una subbanda del espectro, generar una alarma.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los sistemas no restrictivos utilizan una modulación OFDM con una anchura de banda variable de un sistema al otro y **porque** se inserta una banda de guarda a nivel de la o de las subbandas atribuidas a un sistema.
- 20 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se utiliza un enlace IP entre el servidor y dichos sistemas.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado porque** se utilizan reglas de compartición del espectro entre dos o varios sistemas en función de la fecha y de la hora.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las redes son redes de radio.
- 25 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los sistemas utilizan una modulación de frecuencia OFDMA de 15 kHz, tal como la que se aplica por la tecnología LTE.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** implementa un algoritmo de repartición del espectro implementado por el servidor que comprende las etapas siguientes:

Solicitud de afiliación de un sistema de radio transmisión

- 30 Decodificación
- De la zona o de las zonas de cobertura previstas, Z_k ,
 - De la gama de frecuencias en la cual opera la red, B_k ,
 - De la capacidad de la red para cambiar de frecuencia en la gama,
 - De la capacidad de la red para trabajar con una anchura de banda variable

35 Identificación de las redes en compartición de espectro en función

- De la zona geográfica Z_i ,
- De la gama de frecuencia B_i ,

Para cada zona geográfica Z_i impactada por la nueva red:

- Situar los sistemas restrictivos de frecuencia,
- 40 • Determinar en la gama de frecuencia común la mejor frecuencia de la nueva red, proporcionando esta la banda más ancha, teniendo en cuenta sus capacidades espectrales,
- Determinar los pares de sistemas adyacentes en el seno espectral en la nueva red,

Para cada sistema adyacente al sistema restrictivo:

- Calcular la banda de guarda necesaria teniendo en cuenta las características de los dos tipos de sistemas,
 - Si los dos son de una anchura de banda fija, verificar que esta banda está disponible, si no rearmar una alarma,
- 5
- Si uno es de banda variable y el otro de banda fija, calcular la anchura de banda máxima del sistema de anchura de banda variable teniendo en cuenta la banda de guarda y teniendo en cuenta la posibilidad de fijar o no la anchura de las subportadoras,
 - Si los dos tienen una banda variable, calcular las anchuras de bandas máximas aplicables a cada uno de los sistemas.
- 10
- Para cada sistema de anchura variable:
- Teniendo en cuenta las adyacencias, calcular las anchuras de canalizaciones autorizadas,
 - Indicar al sistema la frecuencia, las canalizaciones, el punto de acceso IP, por ejemplo, del o de los sistemas con los cuales el espectro será compartido y el protocolo aplicable para la gestión semiestática del espectro entre el sistema.
- 15
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** para la etapa de inicialización el servidor va a indicar a cada sistema con los cuáles otros sistemas va a interactuar, y después de que la etapa es ejecutada de la manera siguiente:
- establecimiento de un enlace IP con el subsistema de gestión del espectro de cada uno de los sistemas presentes en las bandas adyacentes,
- 20
- puesta en marcha del sistema con los parámetros de frecuencia, anchura de banda y canalización de las subportadoras calculadas anteriormente,
 - puesta en marcha del protocolo de compartición del espectro con el otro sistema con el cual se establece el enlace.
- 25
9. Sistema para la implementación del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8 que comprende un servidor (13) conectado a una primera red (10) operada por un primer operador que comunica con un satélite (11) por medios apropiados, y una segunda red (12) operada por un segundo operador, comprendiendo el servidor (13) un procesador (14) adaptado para ejecutar las etapas del procedimiento según la invención, un módulo (15) de gestión de afiliación de sistemas, un módulo (16) de comunicación, una memoria (17) de un conjunto de reglas de repartición del espectro que son comunicadas por los sistemas que se van a afiliarse.
- 30
10. Sistema según la reivindicación 9 **caracterizado porque** la segunda red es una red LTE.

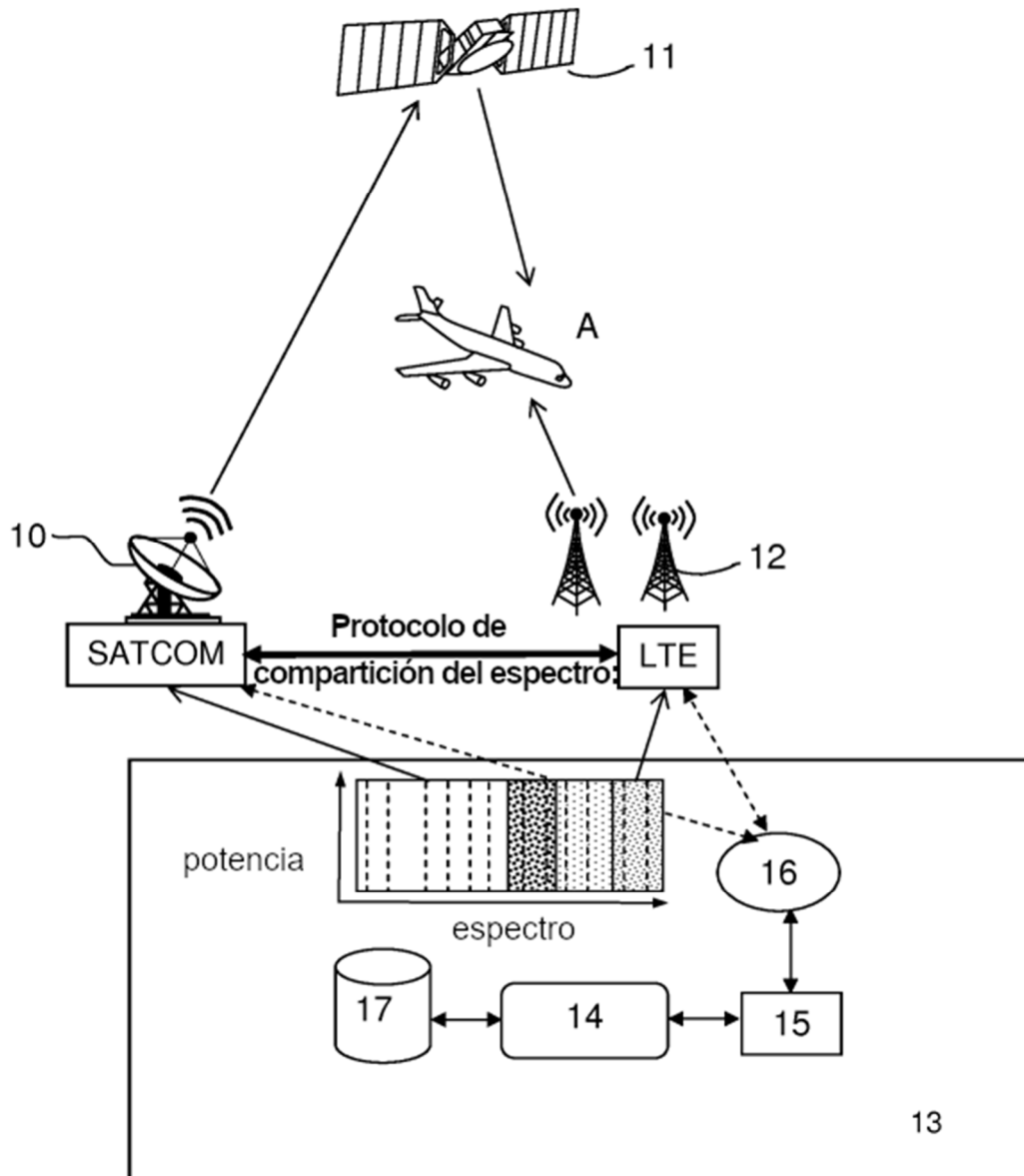


FIG.1

