

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 807**

51 Int. Cl.:

**H04H 20/12** (2008.01)

**H04H 20/67** (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2012 PCT/IB2012/053058**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.12.2012 WO2012176108**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2012 E 12745530 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.11.2016 EP 2721750**

54 Título: **Procedimiento y receptor para la identificación de transmisores que transmiten señales de difusión digital terrestre**

30 Prioridad:

**20.06.2011 IT TO20110538**

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

**08.06.2017**

73 Titular/es:

**RAI RADIOTELEVISIONE ITALIANA S.P.A.  
(100.0%)  
Viale Mazzini 14  
00195 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**SACCO, BRUNO;  
MIGNONE, VITTORIA;  
BERTELLA, ANDREA y  
TABONE, MIRTO**

74 Agente/Representante:

**SALVA FERRER, Joan**

ES 2 615 807 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 receptor para la identificación de transmisores que transmiten señales de difusión digital terrestre.

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento y un receptor para identificar transmisores que transmiten señales de radiotelevisión digital terrestre que pueden ser recibidas en un punto geográfico dado de una red de difusión de DVB-T de frecuencia única.
- [0002]** El sistema de televisión digital terrestre adoptado en Europa y en muchos otros países del mundo se denomina DVB-T (siglas en inglés de difusión de vídeo digital – terrestre) y se ha descrito en la norma ETSI ETS300744: "*Digital Video Broadcasting; Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television (DVB-T)*", ETSI, 1997.
- 10 **[0003]** Dicho sistema se basa en una modulación de multiportadoras de tipo OFDM (siglas en inglés de multiplexado por división de frecuencias ortogonales).
- [0004]** El número de portadoras en el símbolo OFDM puede ser 2048 u 8192; estos dos modos se suelen denominar modo 2k y modo 8k.
- 20 **[0005]** Como es sabido, la televisión analógica tradicional (por ejemplo, los sistemas PAL, SECAM o NTSC) se transmite a los usuarios por medio de redes geográficas de transmisores circulares de tipo "multifrecuencia", en las que cada transmisor utiliza una frecuencia distinta a las de los transmisores contiguos con el fin de evitar cualquier problema de interferencia.
- 25 **[0006]** Ahora, con la introducción de la televisión digital terrestre DVB-T, se pueden utilizar redes de "frecuencia única", también conocidas como SFN, en las que todos los transmisores de la red emiten en una única frecuencia señales que deben ser exactamente iguales y sincrónicas, de manera que todos los receptores capten una serie de ecos de la misma señal (en el peor de los casos, con diferentes niveles de potencia y diferentes retardos de propagación).
- 30 **[0007]** Esto conlleva el uso de un mecanismo adecuado para generar el flujo de datos, para distribuirlo a los diversos transmisores de la red y para sincronizar los mismos, tal como se describe en la norma técnica ETSI TS101191: "*Digital Video Broadcasting (DVB); DVB mega-frame for Single Frequency Network (SFN) synchronization*", ETSI, 2004.
- 35 **[0008]** En referencia a la figura 1, se muestra un mapa de tiempo/frecuencia de una trama de una señal OFDM, en el que cada fila representa un símbolo de OFDM y cada celda representa una subportadora.
- [0009]** La estructura de la trama de la señal OFDM consiste en una secuencia de símbolos OFDM dentro de los cuales se sitúan las portadoras de datos moduladas, según el esquema escogido (QPSK, 16QAM o 64QAM), y algunas portadoras de servicios.
- 40 **[0010]** Las portadoras de servicios se pueden clasificar en dos categorías:
- 45 a) portadoras piloto: se transmiten a un nivel de potencia más alto (+2,5 dB) y se utilizan en la recepción para estimar la respuesta del canal. Se pueden subdividir en:
- a1) portadoras piloto continuas (pilotos continuos): ocupan posiciones fijas, es decir, se repiten en las mismas frecuencias en cada símbolo;
- 50 a2) portadoras piloto dispersas (pilotos dispersos): ocupan posiciones de frecuencia que varían de un símbolo a otro.
- b) portadoras TPS (siglas en inglés de señalización de parámetros de transmisión): se trata de portadoras de servicios moduladas con información acerca de los parámetros de transmisión; utilizan una modulación muy robusta (modulación/codificación diferencial 2PSK, con código de corrección de errores BCH), de manera que pueden ser recibidos incluso en condiciones extremas.
- 55 **[0011]** Más detalladamente, las portadoras TPS se utilizan para incorporar los parámetros relativos a los sistemas de transmisión, es decir, para la codificación y la modulación de canales. Se transmiten 17 y 68 portadoras

TPS en modo 2k y modo 8k, respectivamente.

5 **[0012]** En un símbolo OFDM dado, todas las portadoras TPS transmiten el mismo bit, con una codificación diferencial. La posición de las portadoras TPS dentro del símbolo es estática y se ha escogido de acuerdo con una regla pseudoaleatoria, a fin de evitar la periodicidad de la frecuencia. Por consiguiente, la posición exacta de las portadoras TPS se especifica en una tabla definida en la norma ETS 300744. Las portadoras TPS contienen información de servicio, que incluye:

- tipo de modulación (QPSK, 16QAM y 64QAM);
- 10 - información de jerarquía;
- intervalo de guarda;
- código FEC de las portadoras de datos;
- modo de transmisión (2k u 8k).

15 **[0013]** Se transmiten portadoras TPS en 68 símbolos OFDM consecutivos, con lo cual se define la denominada "trama OFDM".

20 **[0014]** Cuatro tramas OFDM consecutivas constituyen una "supertrama". La secuencia de referencia correspondiente a la portadora TPS del primer símbolo de cada trama OFDM se utiliza para iniciar la modulación diferencial.

**[0015]** Cada símbolo OFDM transmite un bit TPS. El grupo de 68 bits TPS contenidos en una trama OFDM se define del siguiente modo:

- 25 - 1 bit de inicio;
- 16 bits de sincronización;
- 37 bits de información;
- 14 bits de redundancia como protección contra errores.

30 **[0016]** En el momento en el que se publicó la norma ETS 300744, entre los 37 bits de información, en realidad solo se utilizaban 23 bits de información, mientras que los 14 bits restantes se reservaban para su uso en el futuro y se les debía asignar un valor de 0.

35 **[0017]** Con la introducción del estándar DVB-H (siglas en inglés de difusión de vídeo digital – portátil), es decir, el sistema para adaptar la televisión a los dispositivos portátiles, se han asignado algunos de dichos 14 bits restantes; en concreto, se han destinado 8 de ellos para la identificación de la celda. Los detalles de esta asignación se especifican en la norma actualizada DVB-T ETS 300744, es decir, ETSI ETS300744: "*Digital Video Broadcasting; Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television (DVB-T)*", ETSI, 2009. La información relativa a los parámetros de transmisión se envía del modo que se muestra en la figura 2. Los bits S40-40 S47 transportan la información relativa al identificador de celda (*Cell-Id*) utilizado para identificar la celda de la que procede la señal recibida.

45 **[0018]** El byte más significativo del identificador de celda se transmite en las tramas impares de la supertrama, mientras que el byte menos significativo del identificador de celda se transmite en las tramas pares.

**[0019]** De este modo, utilizando 8 bits se pueden asignar hasta 65.535 identificadores de celda, lo que equivale a 16 bits.

50 **[0020]** La asignación de bits se muestra en la fig. 3. Si no se dispone del identificador de celda, a los ocho bits se les debe asignar un valor de cero.

**[0021]** Mientras que en la norma DVB-H es obligatorio utilizar el identificador de celda (que en dicha norma identifica a un grupo de transmisores de la señal telefónica), en el caso de la norma DVB-T el identificador de celda es un parámetro opcional. En cualquier caso, aunque no se especifica de manera expresa en la norma DVB-T, se entiende que todos los transmisores de una red SFN tienen el mismo valor de identificador de celda.

**[0022]** En muchos países del mundo, incluida Italia, se está sustituyendo el sistema de televisión analógico por el sistema de televisión digital. Esto conlleva una serie de problemas, algunos de los cuales ya eran conocidos en los sistemas analógicos, mientras que otros son específicos del mundo digital.

- 5 **[0023]** En particular, durante el proceso de instalación y configuración de la red y las actividades de supervisión y detección de problemas, resulta muy útil poder identificar las señales entrantes, es decir, identificar de manera selectiva el origen de cada una de las señales de radiotelevisión digital terrestre que llegan a un punto determinado de la red.
- 10 **[0024]** Por ejemplo, el documento US 2004/187162 se refiere a un sistema de identificación de transmisores, que utiliza una señal de identificación insertada en una señal de televisión digital, lo que permite identificar el transmisor de origen en una estación receptora. Idealmente, la señal de identificación es una secuencia pseudoaleatoria ortogonal sincronizada en el tiempo con la estructura de trama de señal de la señal de televisión digital. La identificación de las diversas señales transmitidas, diseñada especialmente para redes de frecuencia única, permite ajustar la red para eliminar o minimizar los efectos de multitrayecto en ciertas ubicaciones, que reciben transmisiones procedentes de diversos transmisores.
- 15 **[0025]** En la actualidad, los instrumentos de medida utilizados con este fin solo pueden identificar la señal más robusta recibida y solo pueden proporcionar indicaciones de retardo e intensidad en lo que respecta a las demás contribuciones.
- 20 **[0026]** Debido a que en una red SFN se transmiten señales idénticas en el mismo instante desde diferentes transmisores, el efecto resultante en el receptor es similar al de recibir una única señal, sobre la que se superponen ecos generados por la reflexión de la señal en obstáculos (edificios, montañas y similares).
- 25 **[0027]** El receptor OFDM incorpora un bloque de ecualización de eco basado en la estimación de la respuesta en frecuencia del canal, obtenida a través de las portadoras piloto.
- 30 **[0028]** Como es sabido, la transformada inversa de Fourier de la respuesta en frecuencia del canal es la respuesta impulsional: algunos instrumentos de medida aprovechan esta propiedad con el fin de proporcionar indicaciones relativas a los ecos recibidos (retardo con respecto a la señal directa y nivel). No obstante, dichos instrumentos no permiten la identificación selectiva de los transmisores que envían las diversas contribuciones a la señal recibida, correspondientes a los diversos picos remarcados por la respuesta impulsional, aunque resultaría extremadamente útil a la hora de poner en funcionamiento, supervisar y mantener una red SFN.
- 35 **[0029]** El uso de diferentes valores de identificador de celda para cada transmisor que forma parte de una red SFN supone una gran ayuda para encontrar el origen del haz principal; no obstante, con los instrumentos actuales no se puede obtener información acerca del origen de las otras señales.
- 40 **[0030]** Las portadoras TPS cuyos bits de identificador de celda son diferentes generan un conflicto que puede dar lugar a un fallo de desmodulación solo para las portadoras TPS. No obstante, debido a que la modulación adoptada para portadoras TPS es muy robusta, esto solo ocurre en condiciones especialmente desfavorables, es decir, cuando las señales recibidas son de idéntico nivel. En la práctica, esta situación es extremadamente inusual y, en cualquier caso, se ha comprobado que en los receptores de los usuarios se puede lograr una recepción correcta aunque las portadoras TPS no estén desmoduladas adecuadamente.
- 45 **[0031]** Sin embargo, la experiencia ha demostrado que algunos aparatos semiprofesionales, utilizados generalmente por los instaladores de antenas, que utilizan portadoras TPS para obtener una estimación de la calidad de la señal recibida en función de criterios geométricos de los puntos de la constelación (MER, siglas en inglés de índice de errores de modulación), se ven afectados negativamente por los conflictos entre identificadores de celda.
- 50 **[0032]** Por tanto, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento y un receptor para identificar transmisores de señales de radiotelevisión digital terrestre, que están adaptados para identificar todos los transmisores de señales de radiotelevisión digital terrestre que se pueden recibir en un punto geográfico dado de una red de difusión DVB-T de frecuencia única.
- 55 **[0033]** El procedimiento de la presente invención permite introducir un identificador unívoco para cada transmisor en las portadoras TPS de cada señal de radiotelevisión digital terrestre.
- [0034]** Debido a que se introduce en las portadoras TPS, dicho identificador no afecta a la correcta desmodulación por parte del receptor de los flujos de audio/vídeo/datos contenidos en la señal. Gracias a la

presencia de diferentes señales transmitidas por diferentes transmisores, es posible retroceder hasta las respuestas en frecuencia única de los canales de transmisión en las rutas definidas entre cada transmisor y el receptor.

**[0035]** A partir de las respuestas en frecuencia, se puede retroceder hasta cada transmisor, que puede estar  
5 identificado a través de su propio identificador contenido en la señal transmitida.

**[0036]** Dichos objetos se logran mediante el procedimiento y el receptor para identificar transmisores de  
10 señales de radiotelevisión digital terrestre con las características expuestas en las reivindicaciones adjuntas, que se consideran una parte integral de la presente memoria descriptiva.

**[0037]** Ahora se describirá la invención detalladamente en algunas de sus realizaciones preferidas, que se  
15 proponen en la presente memoria a modo de ejemplo no restrictivo, en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 muestra un mapa de tiempo/frecuencia de una trama de una señal OFDM;
- 20 - la figura 2 muestra la utilización de bits de TPS en una trama OFDM;
- la figura 3 muestra una asignación de las portadoras TPS que resulta útil para codificar un identificador de un transmisor;
- la figura 4 muestra una zona geográfica que comprende una pluralidad de transmisores de señales de radiotelevisión digital terrestre pertenecientes a una red de frecuencia única;
- 25 - la figura 5 muestra un ejemplo del resultado obtenido a partir de un receptor en el que se aplica el procedimiento de acuerdo con la presente invención.

**[0038]** En referencia a la fig. 4, se muestra una zona geográfica 1, en concreto la región italiana del  
30 Piemonte, que comprende una pluralidad de transmisores 5-8 de señales de radiotelevisión digital terrestre pertenecientes a una red de frecuencia única.

**[0039]** En un punto geográfico 3 de la zona geográfica 1, se desea conocer la intensidad de cada señal de  
radiotelevisión digital terrestre que se puede recibir procedente de cada transmisor 5-8. En el ejemplo de la fig. 4, los  
35 transmisores 5-8 se denominan "Mottarone", "Trivero", "Eremo" y "Penice".

**[0040]** Los transmisores 5-8 que cubren la zona geográfica 1 están configurados para transmitir cada uno su  
propio identificador, que se codifica en la portadora de servicios TPS (véase la fig. 2) de una pluralidad de símbolos  
OFDM de una trama de la respectiva señal de radiotelevisión digital terrestre que se está transmitiendo.

35 **[0041]** En particular, el código de identificación se puede transmitir ventajosamente en los símbolos S40-S47.

**[0042]** La señal OFDM generada de este modo es perfectamente coherente en los símbolos en los que los  
bits de las portadoras de servicios TPS son idénticos, por ejemplo los símbolos S0-S39 y S48-S53, mientras que en  
40 los símbolos S40-S47, en los que se transmiten diferentes bits relacionados con los códigos de identificación de  
diferentes transmisores, la señal OFDM no es perfectamente coherente. Para ser más precisos, la señal OFDM es  
coherente en las celdas que transportan datos (audio, vídeo, etc.), con lo que se garantiza una recepción perfecta,  
pero no es coherente en las celdas TPS, en las que se pueden producir colisiones.

**[0043]** Supongamos ahora que un receptor 13 situado en el punto geográfico 3 recibe señales de  
45 radiotelevisión digital terrestre procedentes de los transmisores 5-8.

**[0044]** Las señales transmitidas por los transmisores 5-8 son señales  $x(t)$  en el dominio temporal, al igual que  
la señal  $y(t)$  recibida por un receptor 13, que se muestra idealmente dentro de unos medios de transporte utilizados  
50 para campañas de medición.

**[0045]** Las señales  $x(t)$  e  $y(t)$  se pueden representar en el dominio de frecuencia, aplicando la transformada  
de Fourier, respectivamente como  $X(\omega)$  e  $Y(\omega)$ .

**[0046]** Teniendo en cuenta que el canal de transmisión por el cual viajan las señales  $x(t)$  desde los  
55 transmisores 5-8 al receptor 13 se ve afectado por la propagación multitrayecto, puede estar caracterizado por la  
respuesta impulsional  $h(t)$  o por la transformada de Fourier  $H(\omega)$  de la misma, también denominada respuesta en  
frecuencia del canal.

**[0047]** Por tanto, se cumple la relación  $Y(\omega) = X(\omega) \cdot H(\omega)$ , en la que las variables  $X$ ,  $Y$  y  $H$  son cantidades

complejas y el operador “.” indica un producto complejo.

**[0048]** Además, debido a que la modulación OFDM utiliza un procesamiento de datos muestreados, con una transformada rápida de Fourier FFT en el desmodulador y la inversa de la misma IFFT en el modulador, las variables mencionadas anteriormente se expresan empleando un primer índice k para la posición de la frecuencia y un segundo índice n para la posición del símbolo dentro de la trama.

**[0049]** Se deduce que, para una señal OFDM, la anterior relación se puede reformular del siguiente modo:  
 $Y(n,k) = X(n,k) \cdot H(n,k)$ .

10

**[0050]** Desde un punto de vista analítico, las señales  $Y(40,k)$ ...  $Y(47,k)$ , recibidas por el receptor 13 en las celdas TPS del primer índice k durante los símbolos S40-S47 de la trama de la señal OFDM, se deben a la superposición de todas las señales de la pluralidad de transmisores de la red de frecuencia única que alcanzan la zona de recepción del punto geográfico 3. Se da el caso de que cada contribución está multiplicada por su propia respuesta en frecuencia del canal. Por tanto, en términos matemáticos:

$$Y(40,k) = X_1(40,k) \cdot H_1(40,k) + X_2(40,k) \cdot H_2(40,k) + X_3(40,k) \cdot H_3(40,k) + \dots + X_8(40,k) \cdot H_8(40,k)$$

$$Y(41,k) = X_1(41,k) \cdot H_1(41,k) + X_2(41,k) \cdot H_2(41,k) + X_3(41,k) \cdot H_3(41,k) + \dots + X_8(41,k) \cdot H_8(41,k)$$

$$Y(47,k) = X_1(47,k) \cdot H_1(47,k) + X_2(47,k) \cdot H_2(47,k) + X_3(47,k) \cdot H_3(47,k) + \dots + X_8(47,k) \cdot H_8(47,k)$$

donde el subíndice de las señales  $X_i$  identifica al transmisor 5-8 al que hace referencia la señal. Para cada valor de k, las anteriores ecuaciones definen un sistema lineal  $Y = X \cdot H$ , en el que el vector H es la incógnita, y en el que:

25

- Y es un vector de N elementos, en el que un elemento  $Y_j$  del vector Y representa una señal de radiotelevisión digital terrestre adquirida a través del receptor 13 y relativa al símbolo j-ésimo S40-S47 de la pluralidad de N símbolos S40-S47 de la trama de la señal OFDM;

30

- X es una matriz con un tamaño  $N \times N$ , en la que un elemento  $X_{ji}$  de la matriz X representa una contribución a la señal que el receptor recibiría si el transmisor i-ésimo fuera el único que transmitiese por un canal de transmisión ideal la señal de radiotelevisión digital terrestre relativa al símbolo j-ésimo;

- H es un vector de N elementos, en el que el elemento  $H_i$  del vector H representa la respuesta en frecuencia del canal relativa al transmisor i-ésimo.

35

**[0051]** El sistema lineal  $Y = X \cdot H$  admite una solución unívoca, siempre que el determinante de la matriz X sea distinto de cero.

40

**[0052]** En la práctica, esto se comprueba fácilmente: en caso contrario, se puede retroceder hasta el caso más favorable escogiendo de manera apropiada los valores de los códigos de identificación asignados a los transmisores 5-8.

45

**[0053]** Una vez que se ha resuelto dicho sistema lineal, se obtienen las respuestas en frecuencia de cada uno de los N canales de transmisión de cada transmisor 5-8; el módulo de cada respuesta en frecuencia representa la información del nivel, respecto a la señal más fuerte, al que está siendo recibido el transmisor 5-8 correspondiente.

50

**[0054]** El resultado consiste, por tanto, en una lista de los niveles individuales de la señal recibida (con valores normalizados a 1), estando cada nivel individual asociado con su propio transmisor 5-8 por medio del respectivo identificador. Entonces, a través de una tabla compilada previamente y almacenada en unos medios de memoria del receptor 13, se puede remarcar el nombre y/o ubicación geográfica de cada transmisor 5-8.

55

**[0055]** El sistema lineal que se muestra anteriormente consiste en ocho ecuaciones con ocho incógnitas. Por lo tanto, resolviendo dicho sistema, se pueden identificar, a través del respectivo identificador, hasta ocho transmisores recibidos en un punto geográfico 3.

**[0056]** Normalmente, este valor resulta más que suficiente para un uso práctico; no obstante, el procedimiento se puede ampliar haciendo que otras señales recibidas participen en el sistema de ecuaciones, por ejemplo los símbolos S48-S67, y/o los símbolos de las tramas que contienen los otros ocho bits de los dieciséis bits que constituyen el código de identificación de cada transmisor 5-8.

**[0057]** De este modo, se puede ampliar considerablemente el número de ecuaciones y, por tanto, de incógnitas.

5 **[0058]** Como otra posibilidad, dado que el identificador del transmisor consiste en una palabra binaria de 16 bits y, por tanto, admite 65.535 valores además del cero, se puede recurrir a un proceso de prueba y error, construyendo con cada intento la matriz X mediante el procedimiento descrito anteriormente, pero considerando cada vez un conjunto de N valores de código de identificación nuevos y diferentes, distintos de los del caso anterior.

10 **[0059]** Se supone que las operaciones descritas en la presente memoria solo se llevan a cabo en portadoras TPS, es decir, solo en los valores del índice k que pertenecen al conjunto de dichas portadoras.

15 **[0060]** En principio, debido a que en un símbolo OFDM de DVB-T todas las portadoras TPS se modulan con el mismo bit, el procedimiento de acuerdo con la presente invención se puede aplicar incluso utilizando una sola portadora y, por tanto, solo un valor del primer índice k. No obstante, si se desea aumentar la ya elevada relación entre robustez y ruido del procedimiento de la presente invención, se puede repetir el procedimiento para más de un valor del primer índice k y, preferentemente tras la ecualización, calcular una media de los resultados obtenidos de esta manera.

20 **[0061]** Para hacer que el procedimiento se ajuste del mejor modo posible a lo estipulado en el citado documento ETSI, según el cual los valores de identificador de celda *Cell-Id* de los transmisores de una red SFN deberían ser todos iguales dentro de la misma celda (grupo de transmisores), es concebible que se ajusten los identificadores de cada transmisor que opera en la zona geográfica en la que se desea llevar a cabo una campaña de medición solo durante el tiempo estrictamente necesario y, más tarde, restablecer el valor predefinido, igual para  
25 todos los transmisores, decidido previamente por el operador de la red.

**[0062]** En resumen, el procedimiento de acuerdo con la presente invención incluye las siguientes etapas:

- construir la matriz X, en la que cada columna consiste en la señal  $[X_i(40,k), \dots, X_i(47,k)]^T$  que el receptor 13 recibiría  
30 si solo estuviera transmitiendo el transmisor i-ésimo por un canal ideal;
- adquirir, a través del receptor 13, la señal recibida  $Y(40,k) \dots Y(47,k)$ , y construir el vector Y con dichos elementos en columna;
- resolver el sistema lineal  $Y = X \cdot H$  con respecto a H y obtener el vector H de las respuestas de los canales: cada elemento del vector H representa la respuesta del canal de cada transmisor 5-8, en el mismo orden que el de las  
35 columnas de la matriz X;
- calcular el módulo de los elementos del vector H; dichos valores son los niveles, con respecto al de la señal más intensa, es decir normalizados a 1, de los diversos transmisores 5-8 en el orden indicado anteriormente;
- a partir del vector obtenido en la etapa anterior, compilar una lista ordenada en la que se asocian dichos niveles respectivos con los códigos de identificación de los transmisores 5-8 que participan en el procedimiento;
- 40 - a partir de una tabla predefinida, en la que se asocian los nombres y/o ubicaciones geográficas de los transmisores con los respectivos transmisores 5-8 que están siendo utilizados, registrar la lista obtenida en la etapa anterior;
- utilizar la lista así obtenida para etiquetar los diversos componentes de la respuesta impulsional que el receptor de medición proporciona en formato gráfico; como alternativa o además de lo anterior, presentar la lista en formato de  
45 tabla.

**[0063]** En referencia a la fig. 5, se muestra una lista en formato de tabla que representa un ejemplo del resultado proporcionado por un receptor 13 en el que se aplica el procedimiento de la presente invención. El receptor 13 comprende al menos una antena adaptada para recibir una señal de radiotelevisión digital terrestre, un desmodulador de DVB-T, un procesador y unos medios de memoria.

50 **[0064]** El receptor 13, situado en el punto geográfico 3, adquiere la señal recibida, la procesa de acuerdo con el procedimiento de la presente invención, utilizando el procesador y los medios de memoria, y presenta en su propia pantalla, o en una pantalla asociada con la misma, tanto el identificador del transmisor de la señal más fuerte (en este caso, la señal del transmisor 7 "Eremo") como los identificadores de las señales más débiles, indicando  
55 para cada una de ellas, por ejemplo, la potencia de la señal, con respecto a la de la señal más fuerte, y el retardo. Como es natural, se pueden representar en la pantalla los valores absolutos de las señales recibidas u otros tipos de valores procesados. De manera opcional, a fin de llevar a cabo el proceso mencionado anteriormente, se pueden ajustar los identificadores de cada uno de los transmisores que operan en la zona geográfica en la que se desea llevar a cabo la campaña de medición solo durante el tiempo estrictamente necesario, y después volver a asignarles

su valor predefinido, igual para todos, decidido previamente por el operador de la red.

**[0065]** La anterior descripción pone de manifiesto las características de la presente invención, así como sus ventajas.

5

**[0066]** Una primera ventaja de la presente invención radica en que se identifican todos los transmisores de señales de radiotelevisión digital terrestre que se pueden recibir en un punto geográfico dado de una red de frecuencia única.

10 **[0067]** Una segunda ventaja es que la aplicación del procedimiento de acuerdo con la presente invención no afecta a la robustez de la señal que se esté transmitiendo.

**[0068]** El procedimiento y el receptor para identificar transmisores de señales de radiotelevisión digital terrestre descrito en la presente memoria a modo de ejemplo puede estar sujeto a muchas variaciones posibles sin apartarse del carácter novedoso de la idea de la invención; también resulta evidente que en la aplicación práctica de la invención, los detalles ilustrados pueden presentar formas diferentes o ser sustituidos por otros elementos técnicamente equivalentes.

15 **[0069]** Por lo tanto, se entiende fácilmente que la presente invención no se limita a un procedimiento y un receptor para identificar transmisores de señales de radiotelevisión digital terrestre, sino que puede admitir muchas modificaciones, mejoras o sustituciones de partes y elementos equivalentes sin apartarse de la idea de la invención, tal como se especifica con claridad en las siguientes reivindicaciones.

20



**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para identificar transmisores (5-8) pertenecientes a una red de frecuencia única que transmiten unas respectivas señales de radiotelevisión digital terrestre, donde cada transmisor (5-8) transmite su propio identificador, **caracterizado porque** dicho identificador propio se codifica en las portadoras de servicios de una pluralidad de N símbolos (S40-S47) de una trama de la señal de radiotelevisión digital terrestre y se almacena mediante una tabla compilada previamente en unos medios de memoria de un receptor (13), y **porque** dicho procedimiento comprende las etapas de:
- 5
- 10 a) resolver, en el dominio de frecuencia y con respecto a H, un sistema lineal  $Y = X \cdot H$ , donde los índices i y j varían entre 1 y N, y donde:
- Y es un vector de N elementos, donde un elemento  $Y_j$  del vector Y representa una señal de radiotelevisión digital terrestre adquirida a través de dicho receptor (13) y relativa al símbolo j-ésimo de la pluralidad de N símbolos de la trama;
  - X es una matriz con un tamaño  $N \times N$ , donde un elemento  $X_{ji}$  de la matriz X representa una contribución a la señal que el receptor (13) recibiría si el transmisor i-ésimo fuera el único que transmitiese por un canal de transmisión ideal la señal de radiotelevisión digital terrestre relativa al símbolo j-ésimo;
  - H es un vector de N elementos, donde el elemento  $H_i$  del vector H representa la respuesta en frecuencia del canal relativa al transmisor i-ésimo;
- 15
- 20
- b) identificar cada transmisor (5-8) a través del respectivo identificador y el respectivo módulo de respuesta en frecuencia del canal del elemento  $H_i$  del vector H, que representa la información del nivel, respecto a la señal más fuerte, al que se recibe la señal de dicho transmisor.
- 25
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, donde dichos identificadores de dichos transmisores (5-8) se seleccionan de tal manera que el determinante de la matriz X sea diferente de cero.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende la etapa de repetir la etapa
- 30 a) para al menos un valor de frecuencia más de la trama de la señal y de calcular la media de los resultados obtenidos para cada valor de frecuencia.
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho identificador se codifica en los bits S40-S47 de las portadoras de servicios de dicha trama.
- 35
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, donde dicho identificador se codifica además en uno o más de los bits S48-S67 de dicha trama.
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, donde durante cada intento se construye dicha
- 40 matriz X utilizando cada vez un nuevo conjunto de valores de código de identificación (N) diferentes.
7. Procedimiento de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, donde en una pantalla asociada con dicho receptor (13) se visualiza lo siguiente: dicho identificador y/o el nombre de dicho transmisor (5-8); el nivel y/o el retardo, ya sea relativo o absoluto, con el que se recibe la respectiva señal procedente de dicho
- 45 transmisor (5-8).
8. Procedimiento de acuerdo una o más de las reivindicaciones anteriores, donde los identificadores de cada uno de dichos transmisores (5-8) se reajustan asignándoles un valor predeterminado, igual para todos los transmisores y definido previamente por el operador de la red.
- 50
9. Receptor (13) adaptado para identificar transmisores (5-8) pertenecientes a una red de frecuencia única, que transmiten unas respectivas señales de radiotelevisión digital terrestre, donde cada transmisor (5-8) transmite su propio identificador, **caracterizado porque** dicho identificador propio está codificado en las portadoras de servicios de una pluralidad de N símbolos (S40-S47) de una trama de la señal de radiotelevisión digital terrestre, y **porque** dicho receptor comprende:
- 55
- a) unos medios de memoria para almacenar dicho identificador propio de cada transmisor (5-8) a través de una tabla compilada previamente;

b) unos medios para resolver, en el dominio de frecuencia y con respecto a H, un sistema lineal  $Y = X \cdot H$ , donde los índices  $i$  y  $j$  varían entre 1 y N, y donde:

5 - Y es un vector de N elementos, donde un elemento  $Y_j$  del vector Y representa una señal de radiotelevisión digital terrestre adquirida a través de dicho receptor (13) y relativa al símbolo j-ésimo de la pluralidad de N símbolos de la trama;

- X es una matriz con un tamaño  $N \times N$ , donde un elemento  $X_{ji}$  de la matriz X representa una contribución a la señal que el receptor (13) recibiría si el transmisor i-ésimo fuera el único que transmitiese por un canal de transmisión ideal la señal de radiotelevisión digital terrestre relativa al símbolo j-ésimo;

10 - H es un vector de N elementos, donde el elemento  $H_i$  del vector H representa la respuesta en frecuencia del canal relativa al transmisor i-ésimo;

c) unos medios para identificar cada transmisor (5-8) a través del respectivo identificador y el respectivo módulo de respuesta en frecuencia del canal del elemento  $H_i$  del vector H, que representa la información del nivel, respecto a la  
15 señal más fuerte, al que se recibe la señal de dicho transmisor.

10. Receptor de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende unos medios para presentar en una pantalla asociada con dicho receptor (13) lo siguiente: dicho identificador y/o el nombre de dicho transmisor (5-8); el nivel y/o el retardo, ya sea relativo o absoluto, con el que se recibe la respectiva señal procedente de dicho  
20 transmisor (5-8).

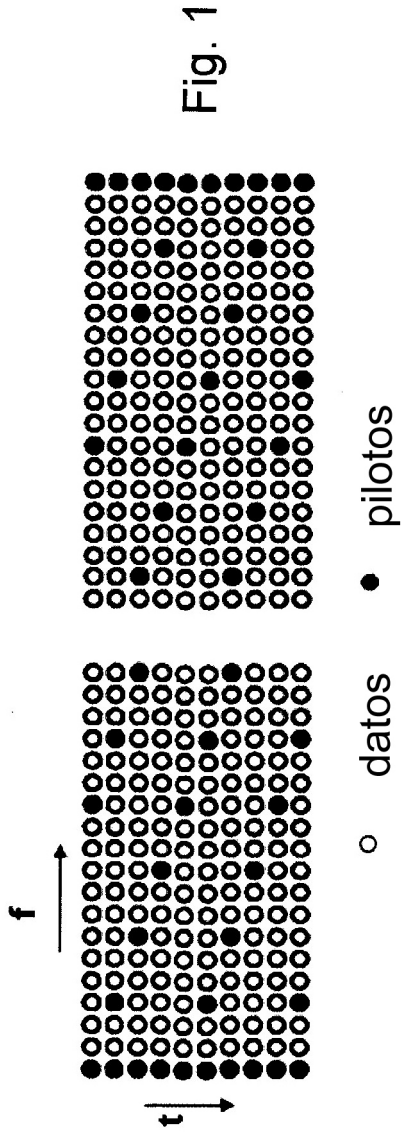


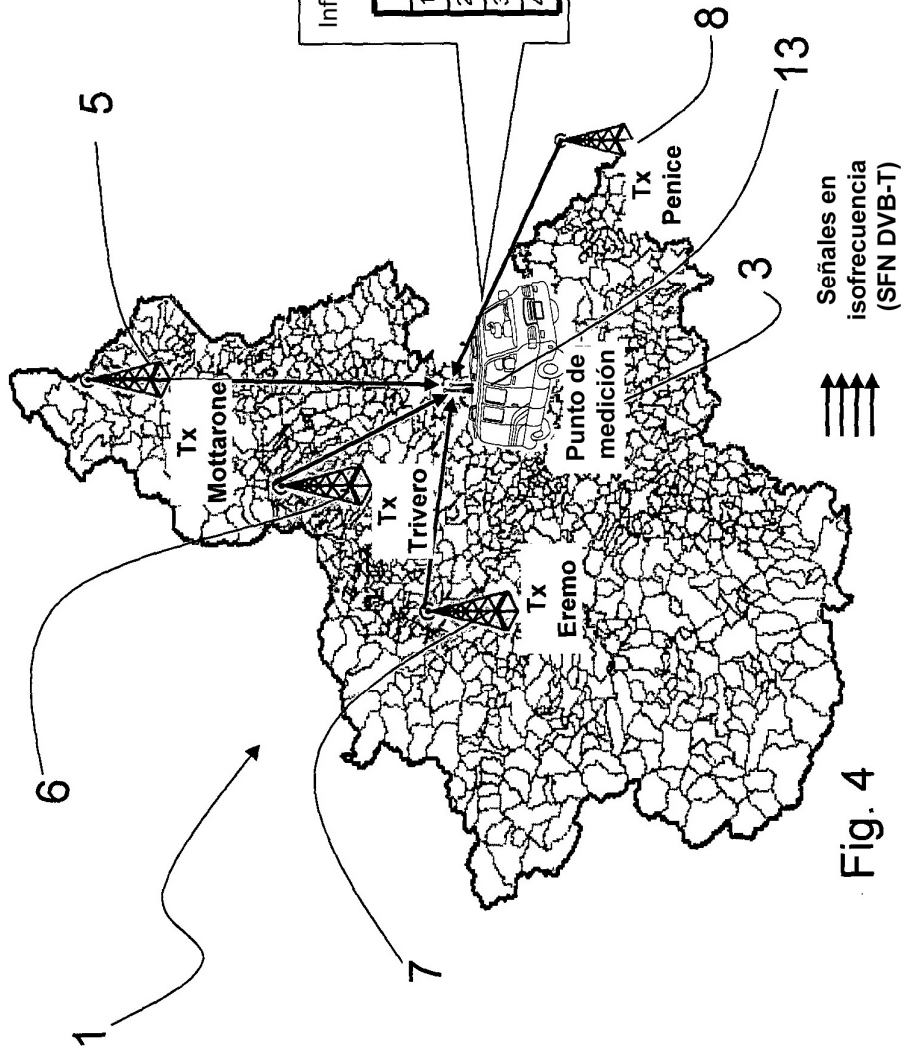
Fig. 1

Número de bits	Contenido
S0	Inicio
S1-S16	Palabra de sincronización
S17-S22	Indicador de longitud
S23, S24	Número de trama
S25, S26	Constelación
S27, S28, S29	Información de jerarquía
S30, S31, S32	Velocidad de codificación, flujo de alta prioridad
S33, S34, S35	Velocidad de codificación, flujo de baja prioridad
S36, S37	Intervalo de guarda
S38, S39	Modo de transmisión
S40-S47	<b>Identificador de celda</b>
S48-S53	No se utiliza (se asigna un valor de 0)
S54-S67	Código de protección contra errores, BCH

Fig. 2

Fig. 3

TPS bits	Trama 1 o 3	Trama 2 o 4
s40	cell_idb15	cell_idb7
s41	cell_idb14	cell_idb6
s42	cell_idb13	cell_idb5
s43	cell_idb12	cell_idb4
s44	cell_idb11	cell_idb3
s45	cell_idb10	cell_idb2
s46	cell_idb9	cell_idb1
s47	cell_idb8	cell_idb0



Informe de instrumento de medición (ejemplo)

#	Tx	Cell-Id	P	Retardo
1	Eremo	05C7	0 dB	0 ms
2	Penice	121C	-8 dB	185 ms
3	Trivero	7FA3	-15 dB	70 ms
4	Mottarone	06AF	-23 dB	95 ms

Fig. 5

Fig. 4