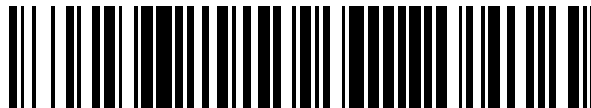


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 458 547**

51 Int. Cl.:

H04L 27/00 (2006.01)

H04L 27/26 (2006.01)

H04N 5/44 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2010 E 10721557 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2014 EP 2430808**

54 Título: **Detección robusta de transmisiones DVB-T/H en presencia de desplazamientos de frecuencia**

30 Prioridad:

14.05.2009 US 178257 P

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

06.05.2014

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
High Tech Campus 5
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

GADDAM, VASANTH

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 458 547 T3

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

DESCRIPCIÓN

Detección robusta de transmisiones DVB-T/H en presencia de desplazamientos de frecuencia

5 La invención se refiere, en general, a dispositivos de una red de radio cognitiva (CR, del inglés "Cognitive Radio") y, más particularmente, a un método y sistema que detecta transmisiones de difusión de video digital (DVB, del inglés "Digital Video Broadcasting").

10 Se han adoptado nuevas políticas sobre el espectro por algunas de las entidades reguladoras previendo el funcionamiento de dispositivos secundarios sin licencia en bandas de frecuencia designadas para operaciones con licencia. Los dispositivos secundarios pueden funcionar solamente cuando esa banda de frecuencia está vacante o no está siendo usada por un dispositivo primario. Esto implica que los dispositivos secundarios tienen que desocupar la banda cuando un dispositivo primario comienza la transmisión, para minimizar la cantidad de interferencia que los dispositivos secundarios causarían a los dispositivos primarios. Los dispositivos secundarios se denominan también radios cognitivas (CR) debido a su capacidad para detectar el entorno y adaptarse en consecuencia. La publicación de Patente Europea número EP 0895388 describe un método para sintonizar un receptor en un dispositivo.

20 La banda de UHF (Frecuencia Ultra Alta) asignada para la operación con licencia de la difusión de televisión es un candidato ideal para permitir la operación de dispositivos de CR. En los Estados Unidos, para evitar la interferencia hacia y desde emisiones desde áreas comerciales y/o transmisiones contiguas, sólo se pueden usar algunas de las bandas de TV en cualquier localización geográfica dada. Como resultado, las bandas de TV restantes quedan en gran medida sin usar y, por lo tanto, se pueden utilizar para otros propósitos (tales como redes locales, etc.). Otras áreas reguladoras tienen también una asignación similar de canales de TV.

25 Para evitar las interferencias perjudiciales para la recepción de la televisión digital (DTV, del inglés "Digital Television"), los dispositivos de CR deberían detectar transmisiones primarias en el canal antes de que los dispositivos de CR puedan usar ese canal particular. Las entidades reguladoras han estipulado una detección fiable de las señales de DTV a intensidades de señal tan bajas como -114 dBm. Este requisito exige que los dispositivos de CR implementen robustos algoritmos de detección para detectar la presencia de señales de DTV. Se han propuesto recientemente algoritmos de detección para la detección robusta de señales de DVB-T/H (Difusión de Video Digital - Terrestre/Portátil, en inglés "Digital Video Broadcasting - Terrestrial/Handheld"). Los algoritmos de detección basados en la correlación cruzada en el dominio del tiempo proporcionan una detección fiable de las transmisiones de DVB-T y DVB-H en diversas condiciones del canal, asumiendo una sincronización perfecta de la portadora. Sin embargo, el rendimiento de los algoritmos se degrada significativamente en presencia de un desplazamiento de frecuencia de la portadora. La presente invención proporciona un algoritmo para estimar y corregir el desplazamiento de frecuencia para permitir una detección robusta en diferentes condiciones del canal y de operación. Los métodos propuestos se pueden configurar para su uso con diferentes modos de transmisión.

40 En una realización de ejemplo de la invención, se proporciona un método para detectar la presencia de una transmisión DVB con desplazamiento de frecuencia usando una detección basada en la correlación cruzada en el dominio del tiempo, en el que, previamente a la detección por correlación cruzada en el dominio del tiempo, se realiza una corrección del desplazamiento de frecuencia de la portadora en base a una estimación del desplazamiento de frecuencia usando pilotos continuos reforzados que se transmiten en localizaciones fijas de la subportadora en todos los símbolos de una transmisión DVB-T. El método incluye la recepción de una señal de RF (radiofrecuencia) en un canal seleccionado; la creación de muestras a partir de la señal de RF recibida; la estimación del desplazamiento de frecuencia de las muestras; la corrección de las muestras con el desplazamiento de frecuencia estimado; la correlación de las muestras corregidas con una señal de referencia asociada con la transmisión DVB-T a detectar; y la comparación de la salida de la correlación con un valor umbral. La estimación del desplazamiento de frecuencia incluye la selección de un conjunto de tres o más pilotos asociados con la DVB-T que son pilotos continuos reforzados transmitidos en localizaciones fijas de la subportadora en todos los símbolos; la transformación de las muestras recibidas al dominio de la frecuencia; la determinación de las localizaciones de máximos en la muestra transformada, correspondiendo los máximos a los pilotos en el conjunto; y la comparación de las localizaciones determinadas con las localizaciones fijas de la subportadora en el conjunto seleccionado.

55 En otra realización de ejemplo de la invención, se proporciona un sistema para detectar la presencia de una transmisión DVB-T usando detección basada en la correlación cruzada en el dominio del tiempo, en el que, previamente a la correlación cruzada en el dominio del tiempo, se realiza una corrección del desplazamiento de frecuencia de la portadora en base a una estimación del desplazamiento de frecuencia usando pilotos continuos reforzados que se transmiten en localizaciones fijas de la subportadora en todos los símbolos de la transmisión DVB-T. El sistema incluye un módulo frontal para la recepción de la señal de RF; un módulo de muestreo para la creación de muestras a partir de la señal de RF recibida; un estimador del desplazamiento de frecuencia para la estimación del desplazamiento de frecuencia de la señal recibida; un módulo de corrección del desplazamiento de frecuencia para la corrección de la frecuencia de las muestras, un correlacionador para la correlación de las muestras corregidas con una señal de referencia asociada con la transmisión DVB-T a detectar y un módulo de detección de umbral para la comparación de la salida del correlacionador con un valor umbral. El sistema puede incluir adicionalmente un módulo de acumulación y promedio para promediar los resultados a través de múltiples

bloques de muestras a través de múltiples conjuntos de pilotos, y un módulo de memoria para almacenar muestras a partir de la señal de RF recibida.

5 La materia objeto que se considera como la invención se puntualiza particularmente y se reivindica inequívocamente en las reivindicaciones 1-11. Las precedentes y otras características y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la descripción detallada a continuación tomada junto con los dibujos adjuntos.

La FIG. 1 ilustra un símbolo OFDM con prefijo cíclico (CP, del inglés "Cyclic Prefix").

La FIG. 2 ilustra la localización de subportadoras piloto dispersas en símbolos OFDM de DVB-T.

10 La FIG. 3 ilustra la correlación cruzada (sin suavizado de datos) sobre pilotos para modo 2K, 1/32 con una SNR de -5 dB con y sin un desplazamiento de frecuencia.

La FIG. 4 ilustra un trazado de $P(k)$ que muestra las tres localizaciones de pilotos continuos con y sin desplazamiento de frecuencia; modo 2K, 1/32, SNR = -10 dB y $NFFo = 2K$.

La FIG. 5 ilustra un diagrama de bloques del estimador del desplazamiento de frecuencia.

15 La FIG. 6 ilustra una salida de un correlacionador cruzado en presencia de un desplazamiento de frecuencia en un canal AWGN con una SNR de -5 dB, sin (arriba) y con (abajo) una estimación de corrección del desplazamiento de frecuencia.

La FIG. 7 ilustra el rendimiento de un algoritmo de detección de DVB-T en un canal de AWGN en presencia de un desplazamiento de frecuencia de 2,1 kHz con un tiempo de detección de 60 ms y de 100 ms.

20 La FIG. 8 ilustra un diagrama de bloques de un detector de DVB-T que incluye una estimación y corrección del desplazamiento de frecuencia.

La FIG. 9 ilustra un proceso para detectar la presencia de una señal de DVB.

La FIG. 10 ilustra un proceso para estimar el desplazamiento de frecuencia.

25 Es importante observar que las realizaciones descritas en el presente documento son solamente ejemplos de los muchos usos ventajosos de las innovadoras enseñanzas del presente documento. La invención se define por el alcance de las reivindicaciones 1-11. En general, a menos que se indique lo contrario, los elementos singulares en los dibujos pueden ser plurales y viceversa sin pérdida de generalidad. En los dibujos, los números iguales se refieren a partes iguales a todo lo largo de las diversas vistas.

30

Breve visión general de la especificación de la transmisión DVB-T

35 La Difusión del Video Digital terrestre (DVB-T) se ha normalizado por la Unión Europea de Normas de Telecomunicaciones (ETSI) para la difusión terrestre de TV digital. La norma DVB-T usa un esquema de modulación de multiplexado por división de frecuencia ortogonal (OFDM, del inglés "Orthogonal Frequency Division Multiplexing") y proporciona opciones para adaptar los parámetros de codificación y modulación de acuerdo con los requisitos del difusor. La especificación de DVB-T proporciona dos modos de operaciones: el 'modo 2K' y el 'modo 8K'. Además, la mejora de DVB-H proporciona el 'modo 4K'. Los modos se definen en base al tamaño de la FFT (Transformada Rápida de Fourier) usada para generar las señales transmitidas. Algunos de los parámetros para cada uno de estos modos se enumeran en la Tabla 1.

40

Tabla 1 - Parámetros de DVB-T para el modo 8K y 2K

Parámetro	modo 8K	modo 2K
Número de portadoras K	6817	1705
Valor del número de portadora K_{min}	0	0
Valor del número de portadora K_{max}	6816	1704
Duración T_U	896 μ s	224 μ s
Separación de portadoras $1/T_U$	1116 Hz	4464 Hz
Separación entre portadoras K_{min} y K_{max} $(K-1)/T_U$	7,61 MHz	7,61 MHz

45 La señal de DVB-T transmitida se organiza en tramas. Cada trama consiste en 68 símbolos OFDM y cuatro de dichas tramas componen una super-trama. Como se muestra en la FIG. 1, un símbolo OFDM consiste en dos partes: un periodo de símbolos 102 útil y un intervalo de guarda 101. Una parte del símbolo útil se transmite en el intervalo de guarda 101 (denominado como prefijo cíclico (CP)) y esta característica se usa para minimizar la interferencia entre símbolos. La especificación de DVB-T proporciona una elección de 1/4, 1/8, 1/16 o 1/32 del periodo de símbolos para el intervalo de guarda.

50

Además del CP, la norma DVB-T proporciona las siguientes señales de referencia para ayudar a la sincronización, demodulación y decodificación de la señal.

- 55 • Pilotos continuos - Estas señales de referencia se colocan en localizaciones fijas de subportadoras y su localización no varía de símbolo a símbolo. Hay 45 pilotos continuos en el 'modo 2K' y 177 pilotos continuos en el 'modo 8K'.

- Pilotos dispersos - Estas señales de referencia se distribuyen uniformemente (cada 12ª subportadora) en el símbolo OFDM. La localización de estos pilotos se desplaza cada tres subportadoras en cada símbolo OFDM y, como resultado, el patrón de pilotos se repite cada cuatro símbolos OFDM, como se muestra en la FIG. 2. Los símbolos dispersos se usan para deducir la estimación del canal suponiendo que el canal es casi estático.
 - 5 • Pilotos TPS - Estas señales de referencia de Señalización de Parámetros de Transmisión (TPS) se usan para transportar los parámetros de la transmisión. Se ha designado un conjunto fijo de 17 subportadoras para el 'modo 2K' y 68 subportadoras para el 'modo 8K' como las subportadoras de pilotos TPS. Todas las subportadoras de pilotos TPS en un símbolo OFDM transportan la misma información.
- 10 Los pilotos continuos y los pilotos dispersos se transmiten a un nivel de potencia más alto (~2,5 dB) comparadas con el resto de subportadoras.

Estimación y detección del desplazamiento de frecuencia

- 15 La FIG. 3 compara el rendimiento de un detector basado en un correlacionador cruzado con un desplazamiento de frecuencia 302 y sin un desplazamiento de frecuencia 301 para una señal DVB-T en modo 2K, 1/32 con una SNR de -5 dB. Se puede ver a partir de la FIG. 3 que el rendimiento del detector basado en la correlación cruzada sufre significativamente en presencia del desplazamiento de frecuencia.
- 20 El uso de una auto-correlación en lugar de la correlación cruzada minimizaría la pérdida de rendimiento, pero este método no funciona muy bien para bajas SNR (relaciones de señal a ruido). La estimación del desplazamiento de frecuencia y a continuación su corrección antes de la correlación cruzada minimizaría la pérdida de rendimiento en tanto que también funcionaría robustamente para bajas SNR.
- 25 Ciertas realizaciones de la presente invención proporcionan una estimación del desplazamiento de frecuencia que funciona razonablemente bien incluso para bajos valores de SNR. El estimador hace uso del hecho de que la señal de DVB-T incluye pilotos continuos reforzados que se transmiten en localizaciones fijas de subportadora en todos los símbolos.
- 30 En una realización de ejemplo, se identifican conjuntos de tres (o más) pilotos continuos que se separan estrechamente en frecuencia. Por ejemplo, en el caso del modo 2K, estos conjuntos podrían ser {1101, 1107, 1110}, {1137, 1140, 1146}. El intervalo de estas subportadoras es típicamente de aproximadamente 50 kHz. La frecuencia central \bar{f}_c se puede determinar tomando la media de las localizaciones de las portadoras y multiplicándolas por la separación de subportadoras. La frecuencia central \bar{f}_c puede tomar valores entre $-\frac{f_{BW}}{2}$ y $+\frac{f_{BW}}{2}$, en las que f_{BW}
- 35 representa el ancho de banda del canal. En comunicaciones de radio, se denomina comúnmente una frecuencia intermedia (IF) como una frecuencia a la que se desplaza la frecuencia de la portadora como una etapa intermedia en la transmisión o recepción.

Lo que sigue es un ejemplo ilustrativo, pero no limitativo, del procedimiento de estimación del desplazamiento.

- 40 Suponiendo que la señal de IF se localiza en f_{IF} y que la tasa de muestreo es f_s , las etapas de la estimación son:
- (1) Cambio descendente de la señal a continua por el desplazamiento de la frecuencia nominal de f_c donde $f_c = f_{IF} + \bar{f}_c$. De ahí, si $x(t)$ es la señal real, de pasa banda en la IF baja, entonces $y(t) = x(t)e^{-j2f_c t}$ es la señal compleja cambiada de modo descendente.
 - 45 (2) Filtrar la señal descendida $y(t)$ con un filtro paso bajo de 50 kHz de ancho de banda, por ejemplo.
 - (3) Muestrear la señal filtrada a partir de f_s a 50 kHz, para formar la señal $z(t)$.
 - (4) Tomar N_{FFO} (por ejemplo 2048) puntos de FFT de la señal muestreada $z(t)$ para formar $Z_n(k)$. Esto da como resultado una separación de bins de $50 \times 10^3 / N_{FFO}$.
 - 50 (5) Promediar la salida FFT cuadrada a través de múltiples bloques FFT para mejorar la fiabilidad de la estimación:
$$P(k) = \sum_{n=1}^N Z_n^2(k),$$
 en la que $k = 1$ a N_{FFO} . El parámetro N se determina por el tiempo de detección. El tamaño de la FFT y el número de bloques se pueden definir por el usuario y dependerán del tiempo de detección. La FIG. 4 muestra el trazado de $P(k)$ usando $N_{FFO} = 2K$ y $N = 8$ para una SNR de -10 dB con un desplazamiento de frecuencia 401 y sin un desplazamiento de frecuencia 402.
 - 55 (6) Determinar la localización de los tres picos mayores (correspondientes al número de pilotos continuos) en $P(k)$ y compararla con los valores de la localización de pilotos continuos esperada. La diferencia en esta medida (multiplicada por la separación de bins) dará una estimación del desplazamiento de frecuencia.

- 60 El uso de tres (o más) subportadoras piloto asegura que se pueda obtener una buena estimación incluso en presencia de impedimentos multi-trayecto. Adicionalmente, el proceso descrito anteriormente se puede repetir para

otro conjunto de pilotos continuos y, a continuación, se puede deducir la estimación del desplazamiento de frecuencia a partir de mediciones combinadas.

5 La estimación se aplica entonces a la señal recibida y, a continuación, el procesamiento continúa con el suavizado de datos y la correlación cruzada.

En otra realización de ejemplo, usando la técnica de muestreo anterior y la transformación y procesamiento de datos, la presencia de la transmisión primaria se puede inferir a partir de la presencia de estos picos que corresponden a las señales de referencia de los pilotos en transmisiones DVB, tal como las mostradas en la FIG. 4.
10 En un módulo de procesamiento, las mediciones deducidas a partir de las magnitudes de pico o de una diferencia relativa entre las localizaciones calculadas y esperadas, o una combinación de estas dos, se pueden usar para detectar la presencia de las señales requeridas.

15 La FIG. 5 muestra una representación de un diagrama de bloques simplificado del estimador del desplazamiento de frecuencia, que incluye: un módulo frontal de RF 501 para la recepción de la entrada de RF; un convertidor de analógico a digital (ADC) 502 para convertir la señal de RF recibida a una señal digital; un módulo de Cambio a continua 503 para pasar la señal a continua mediante el desplazamiento de frecuencia nominal; un filtro paso bajo (LPF) 504 que tiene una respuesta a impulsos infinita (IIR) para filtrar la señal a un ancho de banda preferido; un muestreador 505 para muestrear la señal filtrada a un ancho de banda preferido; un módulo de FFT 506 para transformar la señal; un módulo acumulador y de promedio 507 para promediar la salida de FFT a través de múltiples bloques FFT durante el tiempo de detección; y un módulo de cálculo 508 para calcular la diferencia de frecuencia a partir de las localizaciones de referencia.

20 El método propuesto se puede extender al modo de transmisión 8K mediante la identificación de los conjuntos de pilotos continuos apropiados y el uso de la separación apropiada de subportadoras para determinar \bar{f}_c .

25 La FIG. 6 compara la salida del correlacionador cruzado (con suavizado de datos) en presencia de un desplazamiento de frecuencia con estimación y corrección del desplazamiento de frecuencia 602 y sin estimación y corrección del desplazamiento de frecuencia 601 para una SNR de -5 dB en un canal AWGN. El rendimiento del estimador del desplazamiento de frecuencia se puede mejorar adicionalmente incrementando el número de bloques a ser promediados (lo que da como resultado un tiempo de detección incrementado). El rendimiento del detector de DVB-T propuesto en un canal AWGN con un desplazamiento de frecuencia de 2,1 kHz para dos tiempos de detección diferentes se muestra en la FIG. 7. Se pueden ver a través de los trazados 701 y 702 que el uso de un tiempo de detección de 100 ms proporciona un mejor rendimiento que un tiempo de detección de 60 ms. Se usaron los siguientes parámetros de simulación:

- Modo de transmisión - 2K, 1/32
- Número de ejecuciones para cada SNR - 1000,
- Factor de suavizado L - 8 (~60 ms de tiempos de detección)
- Probabilidad de falsas alarmas (P_{FA}) - <0,01
- Canal: AWGN

Sistema robusto para la detección de señales DVB-T

45 La FIG. 8 muestra el diagrama de bloques del detector de DVB-T completo en una realización de ejemplo. Incluye un frontal de RF 801, un módulo ADC 802 y los módulos para la estimación del desplazamiento de frecuencia 804 (mostrado en la FIG. 5) y el módulo de corrección 803. La salida corregida se almacena en la memoria intermedia 805. Los módulos de acumulación/promediado 806 y correlacionador 808 implementan la correlación cruzada después del suavizado de datos. La entrada de señal 'ID de Sec.' a la memoria 807 determina la secuencia de referencia a usar para la correlación. La salida del correlacionador 808 se compara contra un valor umbral por el módulo de detección de umbral 809. Si el detector está restringido por el tiempo de detección, entonces la estimación/corrección del desplazamiento de frecuencia y la correlación cruzada se pueden realizar sobre el mismo conjunto de muestras de datos usando el módulo de memoria 807 para almacenar datos después del módulo de ADC 802.

55 La FIG. 9 muestra el proceso para detectar la presencia de una DVB de acuerdo con una realización de ejemplo. El proceso incluye: la recepción de una señal de RF (radiofrecuencia) en un canal seleccionado 901; la creación de muestras a partir de la señal de RF recibida 902; la estimación del desplazamiento de frecuencia de las muestras 903; la corrección de las muestras con el desplazamiento de frecuencia estimado 904; la correlación de las muestras corregidas con una señal de referencia 905 y la comparación del resultado de la correlación con un valor umbral 906. En base a los resultados de la comparación, se puede determinar la presencia de una DVB. La FIG. 10 muestra los detalles de una estimación del desplazamiento de frecuencia. La estimación incluye: la selección de un conjunto de tres o más pilotos que son pilotos continuos reforzados transmitidos en localizaciones fijas de subportadora en todos los símbolos 1001; la transformación de las muestras recibidas al dominio de la frecuencia 1002; la determinación de las localizaciones de máximos en las muestras transformadas, correspondiendo los máximos a los

pilotos en el conjunto 1003; y la comparación de las localizaciones determinadas con las localizaciones de pilotos esperadas en el conjunto 1004.

5 Las técnicas descritas en esta descripción se pueden usar en radios cognitivas y otros sistemas que dependen de técnicas de detección y anulación para la detección de señales de DVB-T/H u otras señales OFDM que incluyan patrones piloto definidos.

La descripción detallada precedente ha expuesto algunos ejemplos. La invención se define por el alcance de las reivindicaciones 1-11.

10 Más preferentemente, los principios de la invención se implementan como cualquier combinación de hardware, firmware y software. Más aún, el software se implementa preferentemente como un programa de aplicación tangiblemente realizado sobre una unidad de almacenamiento de programas o medio de almacenamiento que pueda leer un ordenador que consiste en partes, o de ciertos dispositivos y/o de una combinación de dispositivos. El
15 programa de aplicación se puede cargar a, o ejecutar por, una máquina que comprenda cualquier arquitectura adecuada. Preferentemente, la máquina se implementa sobre una plataforma informática que tenga un hardware tal como una o más unidades centrales de procesamiento ("CPU"), una memoria e interfaces de entrada/salida. La plataforma informática puede incluir también un sistema operativo y código de microinstrucciones. Los diversos procesos y funciones descritos en el presente documento pueden ser o bien parte del código de microinstrucciones
20 o parte del programa de aplicación, o cualquier combinación de los mismos, que se pueda ejecutar por una CPU, tanto si se muestra dicho ordenador o procesador explícitamente como si no. Además, se pueden conectar diversas otras unidades periféricas a la plataforma informática tal como una unidad de almacenamiento de datos adicional y una unidad de impresión.

25

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para detectar la presencia de una transmisión de difusión de video digital, DVB-T, usando una detección basada en la correlación cruzada en el dominio del tiempo, en la que previamente a la detección de la correlación cruzada en el dominio del tiempo se realiza una corrección del desplazamiento de frecuencia de la portadora en base a una estimación del desplazamiento de frecuencia usando pilotos continuos reforzados que se transmiten en localizaciones fijas de subportadora en todos los símbolos de una transmisión DVB-T, comprendiendo el método:
- 10 la recepción de una señal de radiofrecuencia, RF, en un canal seleccionado (901);
 la creación de muestras a partir la señal de RF recibida (902);
 la estimación de un desplazamiento de frecuencia de las muestras (903);
 la corrección de las muestras con el desplazamiento de frecuencia estimado (904);
 15 la correlación de las muestras corregidas con una señal de referencia asociada con la transmisión DVB-T a detectar (905); y
 la comparación del resultado de la etapa de correlación con un valor umbral (906).
- 20 2. El método de la reivindicación 1, en el que la estimación del desplazamiento de frecuencia de las muestras comprende:
- la selección de un conjunto de tres o más pilotos asociados con la transmisión DVB-T a detectar que son pilotos continuos reforzados transmitidos en localizaciones fijas de subportadora en todos los símbolos (1001);
 la transformación de las muestras recibidas al dominio de la frecuencia (1002);
 25 la determinación de las localizaciones de máximos en las muestras transformadas, correspondiendo los máximos a los pilotos en el conjunto (1003); y
 la comparación de las localizaciones determinadas con las localizaciones fijas de subportadora en el conjunto seleccionado (1004).
- 30 3. El método de la reivindicación 2, en el que la creación de las muestras a partir de la señal de RF recibida comprende:
- desplazamiento descendente de la señal mediante un desplazamiento de frecuencia nominal;
 filtrado de la señal descendida a un ancho de banda alrededor de un intervalo de frecuencia de los pilotos en el conjunto; y
 35 muestreo de la señal filtrada.
- 40 4. El método de la reivindicación 2, en el que la determinación de las localizaciones de máximos en las muestras transformadas comprende la identificación de los máximos a partir de una media a través de bloques múltiples de muestras.
5. El método de la reivindicación 2, que comprende adicionalmente la combinación de los resultados de estimación con otro conjunto de tres o más pilotos asociados con la señal de DVB-T a detectar.
- 45 6. El método de la reivindicación 1, en el que la señal de referencia se genera a partir de pilotos asociados con la señal de DVB-T y se almacena en una memoria.
- 50 7. Un sistema para detectar la presencia de una transmisión de difusión de video digital, DVB-T, usando detección basada en la correlación cruzada en el dominio del tiempo, en el que, previamente a la correlación cruzada en el dominio del tiempo, se realiza una corrección del desplazamiento de frecuencia de la portadora en base a una estimación del desplazamiento de frecuencia usando pilotos continuos reforzados que se transmiten en localizaciones fijas de subportadora en todos los símbolos de la transmisión DVB-T, comprendiendo el sistema:
- un módulo frontal (801) de radiofrecuencia, RF, para la recepción de una señal de RF;
 un módulo de muestreo (802) para la creación de muestras a partir de la señal de RF recibida;
 55 un estimador del desplazamiento de frecuencia (804) para la estimación del desplazamiento de frecuencia de las muestras;
 un módulo de corrección del desplazamiento de frecuencia (803) para la corrección de la frecuencia de las muestras;
 un correlacionador (808) para la correlación de las muestras corregidas con una señal de referencia asociada con la transmisión DVB-T a detectar y
 60 un módulo de detección de umbral (809) para la comparación de la salida del correlacionador con un valor umbral.

8. El sistema de la reivindicación 7, en el que el estimador del desplazamiento de frecuencia se configura para:

5 seleccionar un conjunto de tres o más pilotos continuos reforzados que se transmiten en localizaciones fijas de subportadora en todos los símbolos de una transmisión DVB-T;
transformar las muestras recibidas al dominio de la frecuencia;
determinar las localizaciones de máximos en las muestras transformadas, correspondiendo los máximos a los pilotos en el conjunto y
10 comparar las localizaciones determinadas con las localizaciones fijas de subportadora en el conjunto seleccionado.

9. El sistema de la reivindicación 8, en el que el módulo de muestreo (802) se configura adicionalmente para:

15 desplazamiento descendente de la señal mediante un desplazamiento de frecuencia nominal (503);
filtrado de la señal descendida a un ancho de banda alrededor de un intervalo de frecuencia de los pilotos en el conjunto (504); y
muestreo de la señal filtrada (505).

10. El sistema de la reivindicación 8, que comprende adicionalmente un módulo de acumulación y promedio (806) para promediar los resultados a través de múltiples bloques de muestras a través de múltiples conjuntos de pilotos asociados con la transmisión DVB-T.
20

11. El sistema de la reivindicación 7, que comprende adicionalmente un módulo de memoria (807) para almacenamiento de una señal de referencia generada a partir de los pilotos asociados con la transmisión DVB-T.
25

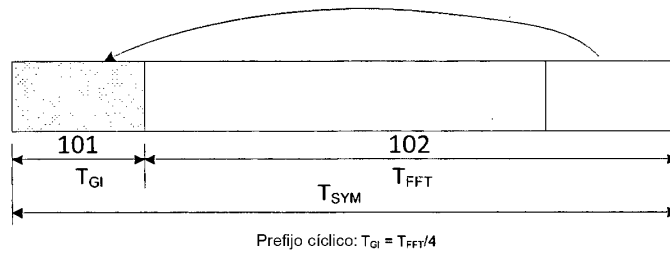
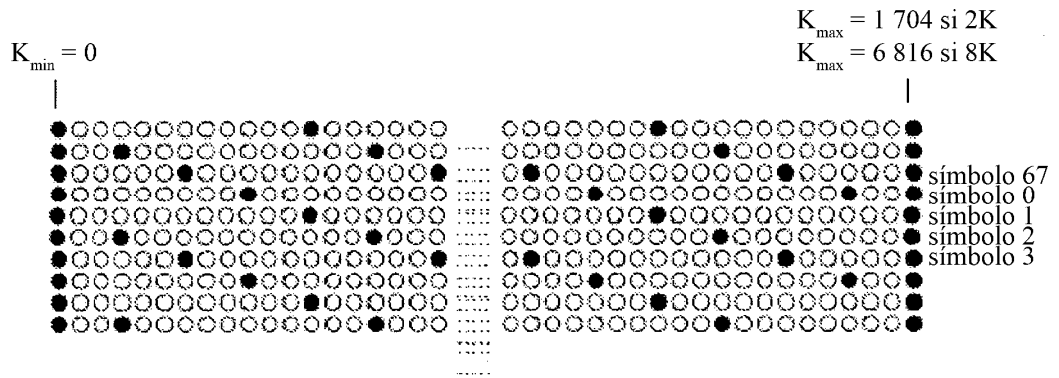


FIG. 1



Los pilotos TPS y los pilotos continuos entre K_{min} y K_{max} no se indican

● piloto reforzado

○ datos

FIG. 2

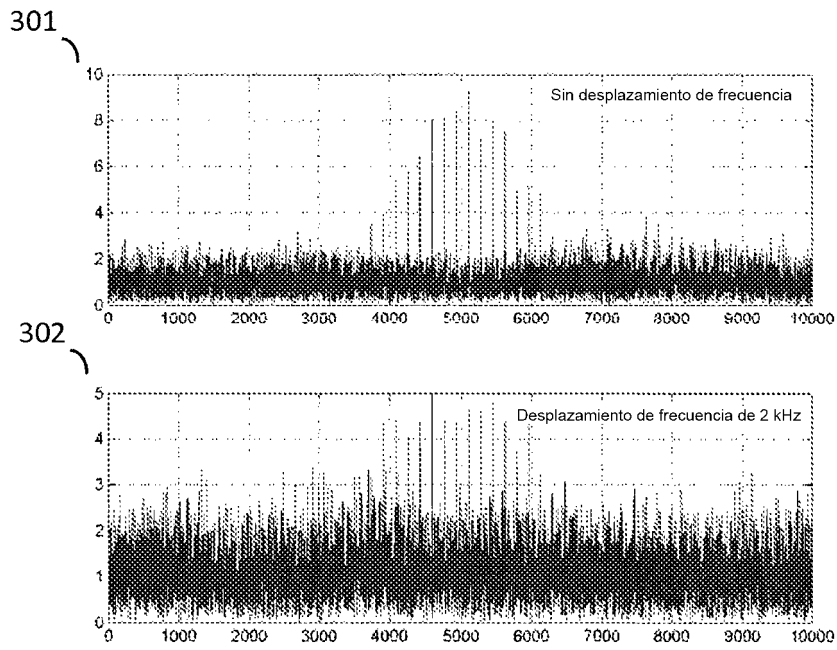


FIG. 3

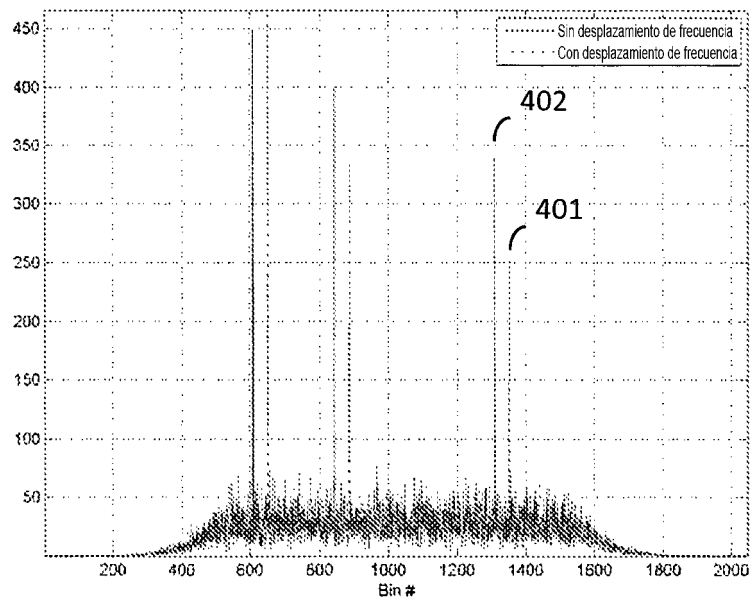


FIG. 4

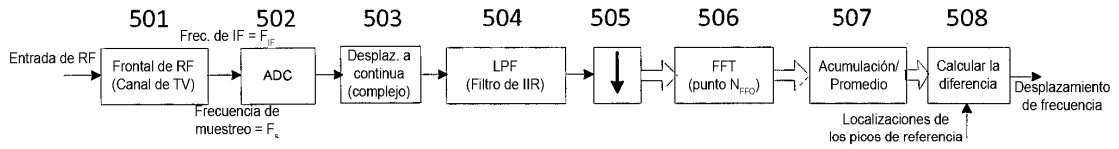


FIG. 5

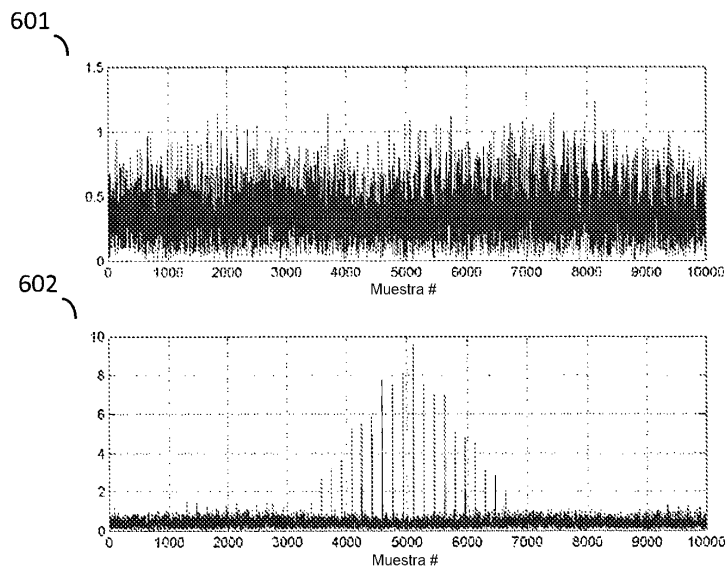


FIG. 6

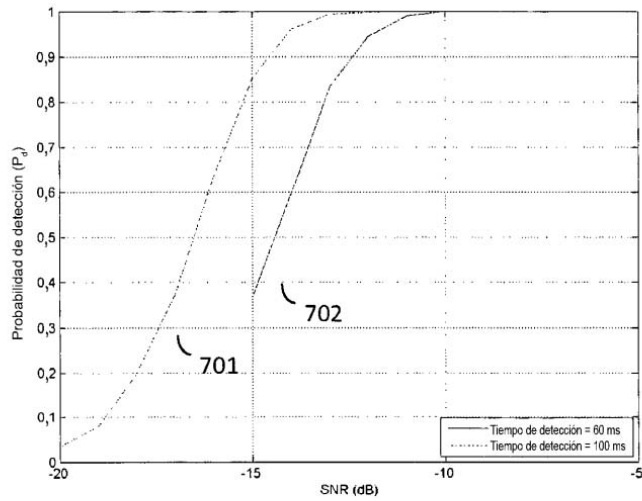


FIG. 7

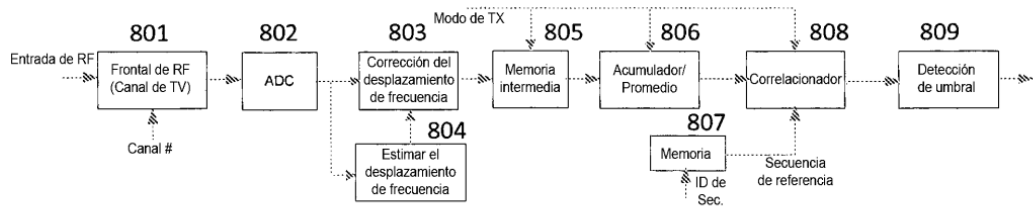


FIG. 8

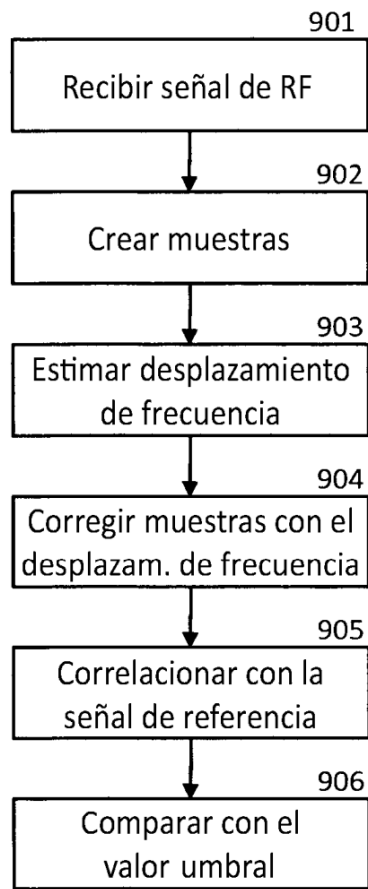


FIG. 9

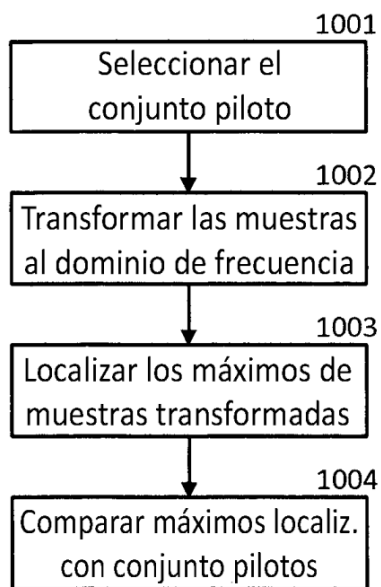


FIG. 10