



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 367 745**

⑫ Número de solicitud: 200901963

⑬ Int. Cl.:
H04L 27/00 (2006.01)
G01R 23/16 (2006.01)
H04N 17/00 (2006.01)

⑭

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑮ Fecha de presentación: **07.10.2009**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **08.11.2011**

⑰ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
08.11.2011

⑱ Solicitante/s: **Sistemas Integrados de Servicios de
Telecontrol, S.L.**
Volta do Castro, s/n
15706 Santiago de Compostela, A Coruña, ES

⑲ Inventor/es: **Ledo Gavieiro, José Luis;**
Ucha Cuevas, Miguel Ángel;
Mosquera Nartallo, Carlos;
Pérez González, Fernando y
López Valcarce, Roberto

⑳ Agente: **No consta**

㉑ Título: **Sistema de clasificación de señales de televisión.**

㉒ Resumen:

Sistema de clasificación de señales de televisión.

La presente invención se refiere a un sistema de clasificación de señales de televisión según reivindicación 1.

Una misma fuente de información se puede transmitir por diferentes medios y bajo esquemas de comunicaciones distintos. En concreto, las señales de televisión pueden transmitirse de forma analógica o digital y, en cada caso, con diferentes modulaciones y parámetros de transmisión. Un receptor con capacidad para demodular una señal de televisión transmitida bajo un esquema de comunicación arbitrario necesita conocer las características y parámetros de dicho esquema como paso previo a la propia demodulación. Para ello se hace necesaria una labor de clasificación basada en cálculos a realizar sobre las muestras de la señal, que incluye la determinación del tipo de modulación así como la extracción de la tasa de símbolo en el caso de señales digitales de televisión por satélite y cable.

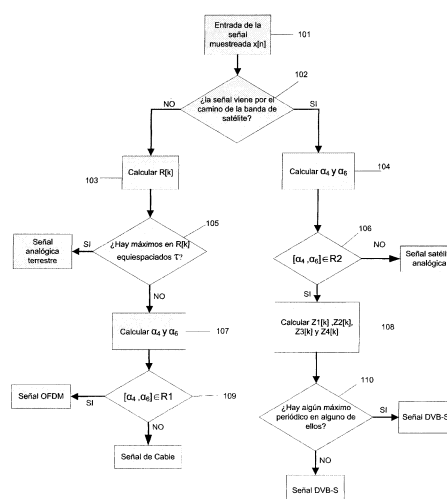


Figura 1

ES 2 367 745 A1

DESCRIPCIÓN

Sistema de clasificación de señales de televisión.

5 Sector de la técnica

Esta invención se sitúa en el ámbito de la clasificación de señales de televisión y la obtención de la tasa de símbolo en aquellos casos que corresponda.

10 Estado de la técnica

A la hora de construir un aparato capaz de recibir y demodular cualquier tipo conocido de señal de televisión, es preciso llevar a cabo una serie de tareas previas a la demodulación propiamente dicha. Si el aparato tiene una interfaz de entrada común a todas las señales, la primera tarea a llevar a cabo será la clasificación de las señales a partir de su formato de modulación. Existen diferentes métodos para realizar esta clasificación en función del tipo de señales que se quiera clasificar. En la actualidad coexisten diversos estándares para la difusión de señales de televisión, los cuales emplean esquemas de modulación diferentes entre sí, entre los que destacamos DVB-T, DVB-S, DVB-S2, DVB-C, televisión analógica por satélite y televisión analógica terrestre. DVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) es un estándar de transmisión de televisión digital en la banda de frecuencias terrenal ampliamente utilizado hoy en día. Su modulación es la denominada OFDM (Orthogonal Frequency División Multiplexing), modulación multiportadora caracterizada por lograr un espectro prácticamente plano en la zona de interés y emitir una potencia muy baja fuera de ésta. Las señales de DVB-T y televisión analógica terrestre comparten banda de frecuencia debido a la paulatina sustitución de la versión analógica por la digital. DVB-S (Digital Video Broadcasting-Satellite) es uno de los estándares de difusión de televisión digital por vía satélite. Su modulación entra dentro del grupo denominado modulación monoportadora y utiliza como filtro transmisor la raíz cuadrada del coseno alzado con un factor de exceso de ancho de banda de 0,35. La constelación empleada es una QPSK (Quadrature Phase-Shift Keying) que posee un alfabeto de cuatro símbolos distintos que transportan 2 bits cada uno. DVB-S2 (Digital Video Broadcasting-Satellite Second Generation) es la versión más actual del anterior DVB-S. Ésta sigue siendo una modulación monoportadora basada en un filtro transmisor de raíz cuadrada de coseno alzado, pero en esta actualización el exceso de ancho de banda puede ser de 0,2, 0,25 o 0,35. La constelación utilizada por esta señal puede ser QPSK, 8PSK (Phase-Shift Keying), 16APSK (Amplitude and Phase-Shift Keying) ó 32APSK, con alfabetos de 4, 8, 16 ó 32 símbolos distintos que incorporan 2, 3, 4 ó 5 bits por símbolo respectivamente. DVB-C (Digital Video Broadcasting-Cable) es el estándar de transmisión de televisión digital a través de cable. De nuevo se trata de una modulación monoportadora basada en un filtro transmisor de raíz cuadrada de coseno alzado, pero en este caso con un factor de exceso de ancho de banda de 0,15. La constelación utilizada por este sistema es QAM (Quadrature Amplitude Modulation) con un alfabeto de 16, 32, 64, 128 ó 256 símbolos transmitiendo 4, 5, 6, 7 u 8 bits por símbolo respectivamente.

La señal de televisión analógica por satélite está modulada en FM (Frequency Modulation). La señal de televisión analógica terrestre está compuesta por una portadora de vídeo y una portadora de audio modulada en FM. En el dominio del tiempo, esta señal posee una serie de pulsos de sincronismo equiespaciados 64 microsegundos que sirven para indicar que comienza una nueva línea de imagen.

Para la distinción entre una señal de DVB-T y otra de televisión analógica terrestre existen métodos como, por ejemplo, el expuesto en la patente ES 2 155 805 A1 con título “Sistema de identificación de señales portadoras de televisión digital y/o analógica y equipo para la medición y proceso de señales portadoras de televisión digital y/o analógica”. El sistema patentado está basado en el estudio de la potencia de la señal recibida en unas determinadas frecuencias dentro del canal para determinar así si se trata de una señal de televisión analógica, digital o simplemente el canal está vacío. Precisamente el hecho de analizar la señal en el dominio de la frecuencia puede resultar demasiado costoso para algunas implementaciones, ya sea debido a requerimientos hardware o temporales. La televisión analógica y digital por satélite también comparten la misma banda de frecuencia. Para la distinción de estas señales el procedimiento habitual suele pasar por una primera clasificación entre señales analógicas y digitales. Uno de los métodos empleados para distinguir una señal FM por satélite analógica de otra señal de televisión por satélite digital es el estadístico conocido como curtosis, tal y como muestran E.E. Azzouz y A.K. Nandi en la publicación IEE Proc-Commun, Vol 143, Nº 5, October 1996 titulada “Procedure for automatic recognition of analogue and digital modulations”. Igualmente es necesario disponer de mecanismos que puedan diferenciar el tipo de modulación digital empleada. En algunos casos se emplea un proceso de entrenamiento del clasificador para después asignar la señal de entrada a una determinada clase. Así, en la patente europea EP 0 266 962 A2 de título “Voiceband signal classification” se utilizan los momentos de orden dos para discriminar entre señales FSK (Frequency-Shift Keying), PSK y QAM.

Por otro lado, es necesario para el receptor el conocimiento de la tasa de símbolo y la constelación empleada en aquellos esquemas de comunicaciones digitales en donde existen varias posibilidades para estos parámetros. La clasificación del tipo de constelación es un problema descrito ampliamente en la literatura que se suele abordar a partir del estudio de los estadísticos de la señal. A. Swami muestra un ejemplo en la publicación del IEEE Transactions On Communications, Vol. 48, Nº 3 de marzo de 2000 titulada “Hierarchical Digital Modulation Classification Using Cumulants”, donde emplea los cumulantes para diseñar su clasificador. Otros métodos utilizados se basan en el histograma de la señal, tal y como hacen M. W. Fox y D. T. K. Wang en la patente americana US005687163 titulada “Method and apparatus for signal classification using I/Q Quadrant Histogram”. La estimación de la tasa de símbolo se aborda en el estado del arte empleando fundamentalmente la cicloestacionariedad de la señal digital. Para ello, se

recurre a la multiplicación de la señal por sus diferentes versiones desplazadas, obteniendo de este modo líneas espectrales que se usan para estimar la tasa de símbolo, tal y como se describe en "Asymptotic Analysis of Blind Cyclic Correlation-Based Symbol-Rate Estimator", P. Ciblat *et al*, IEEE Transactions On Information Theory, Vol. 48, N° 7 de julio de 2002. Uno de los principales inconvenientes de este método es la gran cantidad de picos espúreos que provoca en frecuencia y que dificultan la estimación de la tasa de símbolo, especialmente cuando la tasa de muestreo es muy alta en relación con la tasa de símbolo. Sus prestaciones se degradan igualmente si el exceso de ancho de banda es pequeño. Por todo ello el método clásico analizado por P. Ciblat *et al* no es aplicable directamente en aquellos casos con un gran rango de tasas de símbolo a cubrir, como ocurre en DVB-S, DVB-C y DVB-S2. Además, sus prestaciones se degradan para señales con escaso exceso de ancho de banda, como ocurre en DVB-C y algunas configuraciones de DVB-S2. Otros métodos se basan en la utilización de lazos enganchados en fase (PLL); el problema principal que presentan estos métodos es que también necesitan partir de una estimación previa suficientemente buena como para evitar la divergencia del estimador.

Una forma conceptualmente simple de abordar la clasificación objeto de esta patente es demodular la señal para todos los tipos posibles de formatos, hasta dar con aquél que proporciona una señal de televisión operativa. Sin embargo, el número de posibilidades es muy elevado, si tenemos en cuenta además todas las diferentes tasas de símbolo que habría que abarcar. Resulta deseable disponer de un procedimiento con una complejidad computacional menor, que además pueda operar digitalmente a partir de las muestras de la señal de entrada tomadas con un reloj de muestreo fijo.

Descripción

La presente invención describe un sistema de clasificación de señales de televisión caracterizado porque comprende:

- a.- Una entrada de radio frecuencia para las señales de televisión analógica de satélite, DVB-S y DVB-S2.
- b.- Otra entrada de radio frecuencia diferente a la del punto anterior para las señales de televisión analógica terrestre, DVB-T y DVB-C.
- c.- Un detector de energía.
- d.- Una etapa mezcladora para el traslado del canal de interés a una frecuencia intermedia conocida.
- e.- Un filtro pasobanda.
- f.- Un control automático de ganancia.
- g.- Un conversor analógico-digital.
- h.- Un sistema programable de procesamiento digital de señales.

En el sistema de clasificación de señales de televisión según la invención la señal de televisión analógica terrestre se clasifica buscando la correlación existente entre los pulsos de sincronismo.

En el sistema de clasificación de señales de televisión según la invención las señales digitales con formatos multiportadora y monoportadora se clasifican en función de los momentos muestrales absolutos de orden dos, cuatro y seis, que forman una determinada región distinta para cada formato de modulación.

En el sistema de clasificación de señales de televisión según la invención las señales de televisión por satélite analógica y digital se clasifican en función de los momentos muestrales absolutos de orden dos, cuatro y seis, que forman una determinada región distinta para cada formato de modulación.

En el sistema de clasificación de señales de televisión según la invención reivindicación las señales de televisión digital con formatos de modulación DVB-S y DVB-S2 se clasifican buscando la correlación existente entre los campos SOF de la cabecera de la señal de DVB-S2.

La presente invención detalla un procedimiento para la clasificación de señales de televisión, tanto digitales como analógicas, que incluye un método para la obtención de la tasa de símbolo si la señal identificada es una señal digital monoportadora, como es el caso de las señales de DVB-S, DVB-S2 y DVB-C. La presente invención emplea dos caminos físicamente diferenciados, el primero para las señales de televisión por satélite (DVB-S, DVB-S2 y televisión analógica en frecuencia modulada) y el segundo para las señales moduladas para cable (DVB-C) y difusión terrestre (DVB-T y televisión analógica terrestre). En función del camino de entrada al dispositivo programable encargado del análisis matemático se efectuarán unas operaciones u otras. Así, la Figura 1 presenta un diagrama de flujo detallando el proceso de clasificación. La señal llega al punto 101 muestreada a una frecuencia conocida y en el punto 102 se distingue por qué camino físico de los dos especificados llega. Si la señal procede de una emisión terrestre, es decir, se puede clasificar como DVB-C, DVB-T o TV analógica terrestre, el siguiente paso debe determinar la naturaleza de

la señal, analógica o digital. Para ello se calcula el parámetro especificado a continuación a partir de las muestras de la señal:

$$R[k] = \left| \sum_{n=0}^{T-1} x[n-k] \cdot x^*[n-k-\tau] \right|^2, 0 < k \leq 3\tau$$

siendo $x[n]$ ($x^*[n]$) las muestras (muestras conjugadas) de la señal de entrada, T el número de muestras utilizadas en la estimación y τ la separación entre dos impulsos de sincronismo consecutivos en la señal de televisión analógica terrestre. En la Figura 2 se representa $R[k]$ en el caso de que $x[n]$ sea una señal de televisión analógica terrestre. Tras realizar esta operación, tal y como se indica en el punto 105, se busca el máximo valor M de $R[k]$, localizado en una posición que etiquetamos como M_{idx} , y se calculan los umbrales de decisión a partir de M :

$$U_L = M \cdot \eta_L$$

$$U_S = M \cdot \eta_S$$

siendo U_L el umbral inferior, U_S el umbral superior, η_S la parte proporcional del máximo para el umbral superior y η_L la parte proporcional del máximo para el umbral inferior. Los factores η_L y η_S deberán ser tales que garanticen una buena clasificación de la señal. Tras el cálculo de estos umbrales, para una señal de televisión analógica terrestre se debe cumplir que:

$$R[M_{idx}] \geq U_S$$

$$R[M_{idx} + \tau] \geq U_S$$

$$R[M_{idx} + \frac{\tau}{2}] \leq U_L$$

Si lo anterior se cumple, se clasifica la señal como televisión analógica terrestre. Para mejorar la probabilidad de una correcta clasificación, se repite el proceso anterior para diversas capturas de la señal $x[n]$ y se decide la clasificación por mayoría.

Este método ofrece la ventaja de su bajo coste computacional frente a los empleados en el estado del arte, puesto que no necesita efectuar ningún análisis espectral de la señal, a diferencia de otros métodos previos. El procedimiento de identificación de máximos periódicos en $R[k]$ descrito anteriormente no pretende ser limitativo en ningún aspecto y puede ser sustituido por cualquier otro método que realice la misma función.

Tras el proceso anterior, si la señal es clasificada como digital, se utilizan las estimaciones de ciertos estadísticos de orden par, en concreto, cuatro y seis, para discernir si es DVB-C o DVB-T. Para la estimación de dichos estadísticos se emplean los siguientes momentos muestrales absolutos obtenidos a partir de las muestras de $x[n]$:

$$M_4 = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |x[n]|^4$$

$$M_2 = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |x[n]|^2$$

$$M_6 = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |x[n]|^6$$

con los que se calculan los parámetros α_4 y α_6 :

$$\alpha_4 = 2 - \frac{M_4}{M_2^2}$$

$$\alpha_6 = 6 - \frac{M_6}{M_2^3}$$

Los parámetros α_4 y α_6 forman las coordenadas en un plano tal y como se muestra en la Figura 3. En función del tipo de modulación empleada en la señal, los parámetros α_4 y α_6 residirán en diferentes regiones del plano, denominadas R1, R2 y R3, tal y como se muestra en la Figura 3. Definiendo cuidadosamente las regiones R1, R2 y R3 se tendrá caracterizado el clasificador. Estas regiones también se podrían definir atendiendo únicamente a uno de los parámetros α_4 ó α_6 , en cuyo caso coincidirían con su proyección sobre el eje de coordenadas correspondiente. Si la señal procede de una emisión terrestre, y si α_4 y α_6 pertenecen a la región R1, se reconoce la señal como DVB-T y, en otro caso, como DVB-C. Si la rama es la que procesa las emisiones de televisión por satélite y si α_4 y α_6 pertenecen a la región R3, entonces la señal se clasifica como de televisión analógica por satélite y, en caso contrario, como DVB-S o DVB-S, con lo que es necesario un paso adicional en la clasificación. Para completar la misma se calculan los siguientes parámetros:

$$Z_1[k] = \left| \sum_{n=0}^{B-1} x[n-k] \cdot x^*[n-k-\beta_1] \right|^2, 0 \leq k < 3\beta_1$$

$$Z_2[k] = \left| \sum_{n=0}^{B-1} x[n-k] \cdot x^*[n-k-\beta_2] \right|^2, 0 \leq k < 3\beta_2$$

$$Z_3[k] = \left| \sum_{n=0}^{B-1} x[n-k] \cdot x^*[n-k-\beta_3] \right|^2, 0 \leq k < 3\beta_3$$

$$Z_4[k] = \left| \sum_{n=0}^{B-1} x[n-k] \cdot x^*[n-k-\beta_4] \right|^2, 0 \leq k < 3\beta_4$$

$$\beta_1 = \frac{f_s}{f_{simb}} \cdot K1$$

$$\beta_2 = \frac{f_s}{f_{simb}} \cdot K2$$

$$\beta_3 = \frac{f_s}{f_{simb}} \cdot K3$$

$$\beta_4 = \frac{f_s}{f_{simb}} \cdot K4$$

$$B = \frac{f_s}{f_{simb}} \cdot K$$

siendo f_s la frecuencia de muestro y f_{simb} la tasa de símbolo de la señal. Las constantes K1, K2, K3 y K4 son las cuatro distancias posibles que hay en DVB-S2 entre dos campos SOF consecutivos. El campo SOF es una cabecera de K símbolos que se inserta en las tramas de la capa física de DVB-S2 para permitir la sincronización en los receptores. En caso de que la señal que se está analizando pertenezca al formato de DVB-S2, alguno de los parámetros $Z_1[k]$, $Z_2[k]$, $Z_3[k]$ o $Z_4[k]$ tendrá un aspecto similar al de la Figura 2 presentando una serie de máximos equiespaciados. Para cada uno de los parámetros $Z_n[k]$ con $n \in [1, 2, 3, 4]$ se busca el máximo MN que estará en la posición MN_{idx} y se calculan los umbrales de decisión como:

$$U_{NL} = MN \cdot \eta_{NL}$$

$$U_{NS} = MN \cdot \eta_{NS}$$

siendo U_{NL} el umbral inferior, U_{NS} el umbral superior, η_{NS} la parte proporcional del máximo para el umbral superior de decisión y η_{NL} la parte proporcional de máximo para el umbral inferior de decisión.

A continuación se comprueba para todos los parámetros $Z_n[k]$ con $n \in [1, 2, 3, 4]$ si se cumplen las siguientes condiciones:

$$Z_n[MN_{\text{idx}}] \geq U_{NS}$$

$$Z_n[MN_{\text{idx}} + \beta_n] \geq U_{NS}$$

$$Z_n[MN_{\text{idx}} + \frac{\beta_n}{2}] \leq U_{NL}$$

En el caso de que las condiciones anteriores se cumplan para algún $Z_n[k]$ con $n \in [1, 2, 3, 4]$ se clasifica la señal como DVB-S2.

Por otro lado, el conocimiento de la tasa de símbolo es imprescindible para demodular una señal digital monoportadora. Este parámetro indica la velocidad con la que llegan los símbolos de entrada que, a su vez, transportan los bits de información. La presente invención detalla un procedimiento de estimación de la tasa de símbolo capaz de resolver cualquier grado de incertidumbre inicial con respecto a la misma. El esquema correspondiente se presenta en la Figura 4. El primer paso consiste en una estimación gruesa del ancho de banda de la señal (bloque 301). Para ello se realiza una transformada discreta de Fourier de la señal $x[n]$, por ejemplo con el algoritmo eficiente conocido como Fast Fourier Transform (FFT), tal y como se indica en el bloque 3011 de la Figura 5. El número de valores calculado con la FFT es un parámetro a escoger por el diseñador y que será etiquetado como N, de modo que en las figuras nos referimos a la FFT que calcula N valores como FFT_N . A continuación se calcula la envolvente de la FFT con el filtro de mediana 3012 y posteriormente se estima ancho de banda detectando la caída de la envolvente hasta un determinado nivel preestablecido.

Una vez realizada la estimación gruesa del ancho de banda se obtiene el factor de sobremuestreo como

$$OSR = \frac{f_s}{\Delta BW}$$

siendo OSR (OverSampling Rate) el factor de sobremuestreo de la señal, ΔBW el ancho de banda de la señal en banda base y f_s la frecuencia de muestreo. En función del ancho de banda estimado se ajusta el filtro pasabajo variable 302 para filtrar la señal y eliminar la mayor cantidad de ruido posible. Este filtro puede ser tanto de tipo IIR (Infinite Impulse Response) como FIR (Finite Impulse Response), sin limitación alguna por parte de esta invención. El siguiente paso consiste en diezmar la señal con el diezgador programable 303 en función del factor OSR. Este proceso de diezmo se realiza en varias iteraciones calculando en cada una de ellas el nuevo factor OSR, teniendo en cuenta que la frecuencia de muestreo se reduce con el correspondiente factor de diezmo en cada iteración, hasta conseguir que éste cumpla que:

$$2 < OSR \leq 4$$

De este modo se consigue bajar la tasa de muestreo hasta un valor más próximo al doble de la frecuencia máxima presente en la señal y así mejorar los resultados de las sucesivas etapas del estimador. Gracias al proceso de diezmo y filtrado descrito en esta invención, los resultados obtenidos en la estimación de tasa de símbolo mejoran con respecto al estado del arte descrito, sin necesidad de disponer de una estimación inicial suficientemente próxima al valor correcto.

ES 2 367 745 A1

A continuación, se eleva la señal al cuadrado en el bloque 304 y se multiplica por una réplica retardada y conjugada para después calcular su FFT de N muestras con el bloque 306. A la salida de la FFT se tendrá un vector $T_d(k)$ de

5 N puntos de frecuencia cuyo rango es $[-\frac{fs}{2}, \frac{fs}{2})$ con pasos de $\frac{fs}{N}$, siendo fs la frecuencia de muestreo

resultante del proceso de diezmado, d la rama del estimador y N el número de puntos de la FFT. El bloque 30056 puede repetirse tantas veces como sea necesario aumentando el retardo 305 en cada caso y sumando el módulo al cuadrado de las FFTs resultantes, obteniéndose un sólo vector $T(k)$ de N puntos. En el siguiente paso se calcula la
10 envolvente de las muestras de $T(k)$ con el bloque 308 y se sustrae del propio $T(k)$. Con esto se centra el vector $T(k)$ en cero para que la posible envolvente no influya en la detección de la línea espectral que indica la tasa de símbolo. Este filtro puede ser del mismo tipo que el utilizado en el bloque 3012, aunque esto no pretende ser un elemento limitativo de la presente invención. A continuación se obtiene el vector $V(k)$ con la mitad de puntos que $T(k)$, para lo cual se combinan los valores asociados a las frecuencias positivas con los correspondientes a las frecuencias negativas:

$$15 \quad V(k) = T(k) + T(N - k) \quad , 0 \leq k < \frac{N}{2}$$

20 La tasa de símbolo estimada $\hat{f}_{\text{simb}}$ se obtiene buscando el valor máximo en $V(k)$.

Para afinar más la estimación de tasa se realiza una interpolación en 311, pudiendo ser ésta de cualquier naturaleza conocida en el estado del arte.

25 Descripción de las figuras

Figura 1 Diagrama de flujo del sistema de clasificación.

Figura 2 Función $R[k]$ usada en la clasificación de señales de TV analógicas terrestres.

30 Figura 3 Regiones de decisión del clasificador de señales.

Figura 4 Estimador de velocidad de símbolo para las señales con formato DVB-S, DVB-S2 y DVB-C.

35 A.- Realiza una primera estimación de su ancho de banda basándose en la densidad espectral de potencia de la señal.

302 Filtro paso bajo adaptativo.

40 303 Diezmador programable.

304 Bloque de elevación al cuadrado.

45 305 Retardo.

306 FFT de N puntos.

30056 Rama básica del estimador de velocidad de símbolo.

50 307 Bloque de cálculo de la norma de todos los vectores de frecuencia de las ramas del estimador de tasa.

308 Cálculo de envolvente.

55 309 Suma de la parte positiva del vector de estimación de velocidad de símbolo con la parte negativa.

310 Búsqueda del máximo del vector de estimación de velocidad de símbolo.

311 Interpolación del valor estimado de la velocidad de símbolo.

60 Figura 5 Detalle del bloque de estimación gruesa de ancho de banda.

3011 FFT de N puntos.

65 3012 Filtro para el cálculo de envolvente.

3013 Estimación gruesa del ancho de banda.

Figura 6 Ejemplo de aplicación práctica de la presente invención.

- 401 Conector de entrada de la señal.
- 5 402 Detector de energía.
- 403 Mezclador.
- 404 Filtro pasobanda.
- 10 405 Control Automático de Ganancia (AGC).
- 406 Conversor analógico-digital (A/D).
- 15 407 FPGA.
- 408 DSP.
- 409 Oscilador local para pasar la señal a frecuencia intermedia.
- 20 410 Microprocesador de control del sistema.
- 411 Memoria de configuración de la FPGA.
- 25 412 Terminal de visionado.
- 413 Interfaz con el usuario.

30 Descripción de una realización de preferencia

A continuación se describe una preferencia de realización de la invención sin limitación alguna en cuanto a la aplicación ni al método de implementación de la misma y como ejemplo con objeto de ilustrar las propiedades y ventajas de la presente invención.

35 Actualmente y debido al gran avance de los sistemas digitales programables, cada vez se tiende más a la total automatización en los procesos de identificación y demodulación de las señales de televisión. El modelo actual de los decodificadores entronca de lleno con los sistemas denominados software-radio que se caracterizan por poseer una interfaz común por la cual capturan cualquier tipo de señal de interés para después reconfigurar el sistema con los módulos necesarios para su correcta demodulación. Estos sistemas han ido ganando terreno paulatinamente al procesado analógico en favor del procesado digital, con las enormes ventajas que con ello se consigue. Todo esto jamás habría sido posible de llevar a cabo sin el constante avance de los sistemas digitales programables tales como DSPs o FPGAs. Estos dispositivos son especialmente útiles para la implementación de algoritmos de procesado digital de señal y además poseen la característica de ser reprogramables. Dependiendo de la necesidad que se tenga en cuestión de velocidad de procesado, se selecciona el dispositivo más adecuado a cada parte del sistema. Los sistemas más completos suelen combinar varios de estos dispositivos.

En la Figura 6 se representa el esquema de un sistema de demodulación reprogramable. La señal entra en el sistema a través de 401. El sistema 402 es un detector de energía que sirve para informar al módulo 410 de que hay señal presente en la entrada. El módulo 410 es el núcleo del sistema y es el encargado de dictar los pasos a seguir por los demás bloques que componen el sistema en función de las instrucciones del usuario, indicadas a través de la interfaz 413, o del detector de energía 402. La señal se pasa a una frecuencia intermedia conocida a través del oscilador 409 y el mezclador 403. El filtro pasobanda 404 elimina los canales adyacentes para quedarse sólo con el de interés que es digitalizado con el conversor analógico-digital 406. Previamente se ajusta el nivel de ganancia de la señal con un control de ganancia 405 para así cubrir todo el rango dinámico del conversor analógico-digital y de ese modo mitigar en la medida de lo posible los errores de cuantificación. Tras la digitalización, la señal se entrega al sistema 407, que en un primer instante captura las muestras necesarias para entregarlas al sistema 408. Esta captura de muestras se puede hacer simplemente almacenando las muestras en una memoria RAM para después ser transmitidas hacia el sistema 408 utilizando cualquier interfaz de comunicación adecuada. En este ejemplo, y sin que sirva de limitación, el sistema 407 es una FPGA (Field Programmable Gate Array). El sistema 408 es un DSP (Digital Signal Processor) que tiene programado el proceso de clasificación expuesto en la descripción de esta invención. En caso de que se haya decidido que se trata de una señal de DVB-S o DVB-S2, antes de diferenciar entre estos dos tipos de señal se debe estimar la tasa de símbolo tal y como se indicó en la descripción de la presente invención. Si la señal es de DVB-C, el sistema 408 también debe realizar la estimación de la tasa de símbolo basándose en el esquema propuesto en la descripción de esta invención. En este ejemplo y de forma no limitativa, el filtro pasobajo adaptativo 302 consiste en un filtro IIR de orden 1 con función de transferencia $H(z)$:

$$H(z) = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{-\alpha + z^{-1}}{1 - \alpha z^{-1}} \right]$$

$$\alpha = \frac{\tan(\omega_c/2) - 1}{\tan(\omega_c/2) + 1}$$

donde ω_c es la frecuencia de corte a 3 dB del filtro.

El diezrado 303 se realiza en una serie de iteraciones hasta conseguir que

$$2 < OSR \leq 4$$

siendo OSR el factor de sobremuestreo definido como:

$$OSR = \frac{f_s}{\Delta BW}$$

donde f_s es la frecuencia de muestreo resultante tras el diezrado y ΔBW el ancho de banda de la señal.

Tras las estimaciones hechas por el sistema 408, éste le indica al sistema 410 de qué señal se trata y cuáles son sus parámetros. El sistema 410 es el encargado de cargar la configuración adecuada en el sistema 407 para que éste proceda a la correcta demodulación de la señal de televisión. Este sistema puede ser un microprocesador que sirva de interfaz con el usuario a través del bloque 413 que, a su vez, también se encargará de ajustar la etapa de radiofrecuencia para la captura de la señal en función de la naturaleza de su emisión, satélite o terrestre. En este ejemplo y sin carácter limitativo, el sistema 410 una vez que sabe qué tipo de señal tiene presente a la entrada y cuáles son sus parámetros, lee del sistema 411 la configuración que debe cargar en el sistema 407 para la demodulación de la misma. El sistema 411 consiste en una memoria ROM o Flash en la cual se almacena en fábrica la configuración del módulo 407 para las señales con formato DVB-T, DVB-C, DVB-S, DVB-S2, TV analógica por satélite y TV analógica terrestre. Una vez que el sistema 407 está cargado con la : configuración correcta, el sistema 410 se pone a la espera de la llegada de un nuevo evento, ya sea por parte del usuario a través de la interfaz 413 o por parte del detector de energía 402 indicándole que ya no hay señal presente a la entrada del sistema. En estos casos, el sistema pasa a un estado de espera . hasta que el detector de energía 402 o el usuario a través de la interfaz 413 le indiquen al módulo 410 que el proceso debe comenzar de nuevo.

En esta preferencia de implementación que no tiene carácter limitativo en cuanto al método de implementación ni al ámbito de aplicación de la presente invención, se ha descrito un sistema inteligente de demodulación de señales de televisión con los formatos de DVB-T, DVB-C, DVB-S, DVB-S2, TV analógica por satélite y TV analógica terrestre que incorpora el sistema de caracterización de señales de televisión objeto de esta patente.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de clasificación de señales de televisión **caracterizado** porque comprende:

- i.- Una entrada de radio frecuencia para las señales de televisión analógica de satélite, DVEJ-S y DVB-S2.
- j.- Otra entrada de radio frecuencia diferente a la del punto anterior para las señales de televisión analógica terrestre, DVB-T y DVB-C.
- k.- Un detector de energía.
- l.- Una etapa mezcladora para el traslado del canal de interés a una frecuencia intermedia conocida.
- m.- Un filtro pasobanda.
- n.- Un control automático de ganancia,
- o.- Un conversor analógico-digital.
- p.- Un sistema programable de procesamiento digital de señales.

2. Sistema de clasificación de señales de televisión según reivindicación 1 **caracterizado** porque la señal de televisión analógica terrestre se clasifica buscando la correlación existente entre los pulsos de sincronismo.

3. Sistema de clasificación de señales de televisión según reivindicación 1 **caracterizado** porque las señales digitales con formatos multiportadora y monoportadora se clasifican en función de los momentos muestrales absolutos de orden dos, cuatro y seis, que forman una determinada región distinta para cada formato de modulación.

4. Sistema de clasificación de señales de televisión según reivindicación 1 **caracterizado** porque las señales de televisión por satélite analógica y digital se clasifican en función de los momentos muestrales absolutos de orden dos, cuatro y seis, que forman una determinada región distinta para cada formato de modulación.

5. Sistema de clasificación de señales de televisión según reivindicación 1 **caracterizado** porque las señales de televisión digital con formatos de modulación DVB-S y DVB-S2 se clasifican buscando la correlación existente entre los campos SOF de la cabecera de la señal de DVB-S2.

6. Método de estimación de la tasa de símbolo de las modulaciones monoportadoras **caracterizado** porque:

- a.- Realiza una primera estimación de su ancho de banda basándose en la densidad espectral de potencia de la señal.
- b.- Filtra la señal con un filtro paso bajo ajustable al ancho de banda estimado en el punto anterior.
- c.- Calcula el factor de sobremuestreo en función de la estimación del ancho de banda de la señal realizada en el punto a.
- d.- Diezma la señal para ajustar el factor de sobremuestreo a un valor que esté entre dos y cuatro.
- e.- Eleva la señal al cuadrado.
- f.- Multiplica la señal por el conjugado de una réplica retardada un determinado valor.
- g.- Incluye varias ramas de multiplicación y retardo como la del apartado anterior, variando en cada caso el valor del retardo.
- h.- Realiza una transformada discreta de Fourier de las señales obtenidas en cada una de las ramas.
- i.- Suma el módulo al cuadrado de las transformadas discretas de Fourier de todas las ramas.
- j.- Calcula la envolvente del resultado de la suma de todas las transformadas discretas de Fourier y sustraerla de dicha suma, obteniendo así un vector con índices de frecuencia positivos y negativos.
- k.- Suma el contenido de las frecuencias positivas del vector obtenido en el punto anterior con el contenido de las correspondientes negativas.
- l.- Estima la tasa de símbolo buscando el máximo del vector obtenido en el punto anterior.

ES 2 367 745 A1

m.- Afinade la estimación de velocidad de símbolo realizando una interpolación con los valores cercanos a la línea espectral encontrada en el punto anterior.

5 7. Método de estimación de la tasa de símbolo de las modulaciones monoportadora según reivindicación 6 **carac-**
terizado porque la estimación del ancho de banda de la señal se realiza con cualquier otro método conocido.

8. Método de estimación de la tasa de símbolo de las modulaciones monoportadora según reivindicaciones 6 y 7
10 **caracterizada** porque el proceso de diezmado de la señal se realiza en varios pasos de forma iterativa, filtrando la
señal con un filtro paso bajo ajustable o fijo antes de cada diezmado.

9. Método de estimación de la velocidad de símbolo de las modulaciones monoportadora según reivindicaciones
15 6, 7 y 8 **caracterizado** porque se elimina la componente continua antes de realizar la transformada discreta de Fourier
de cada rama del estimador.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

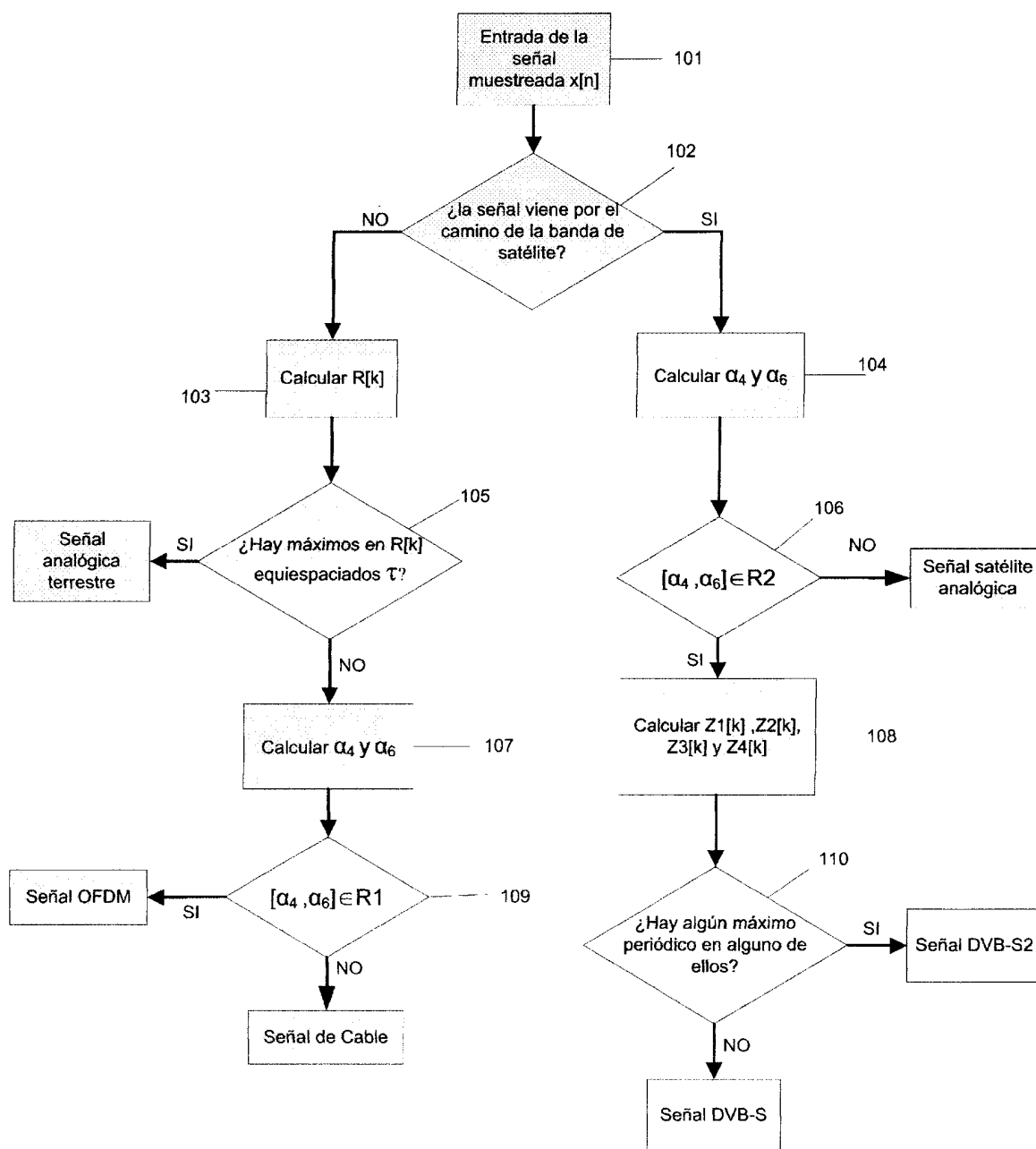


Figura 1

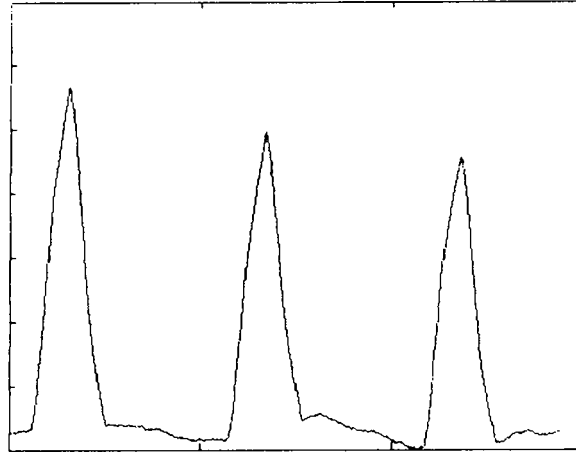


Figura 2

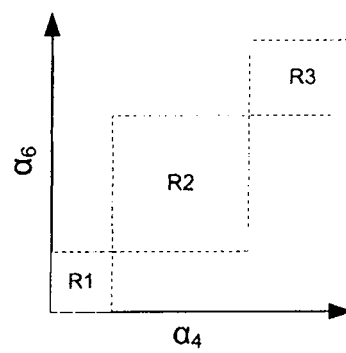


Figura 3

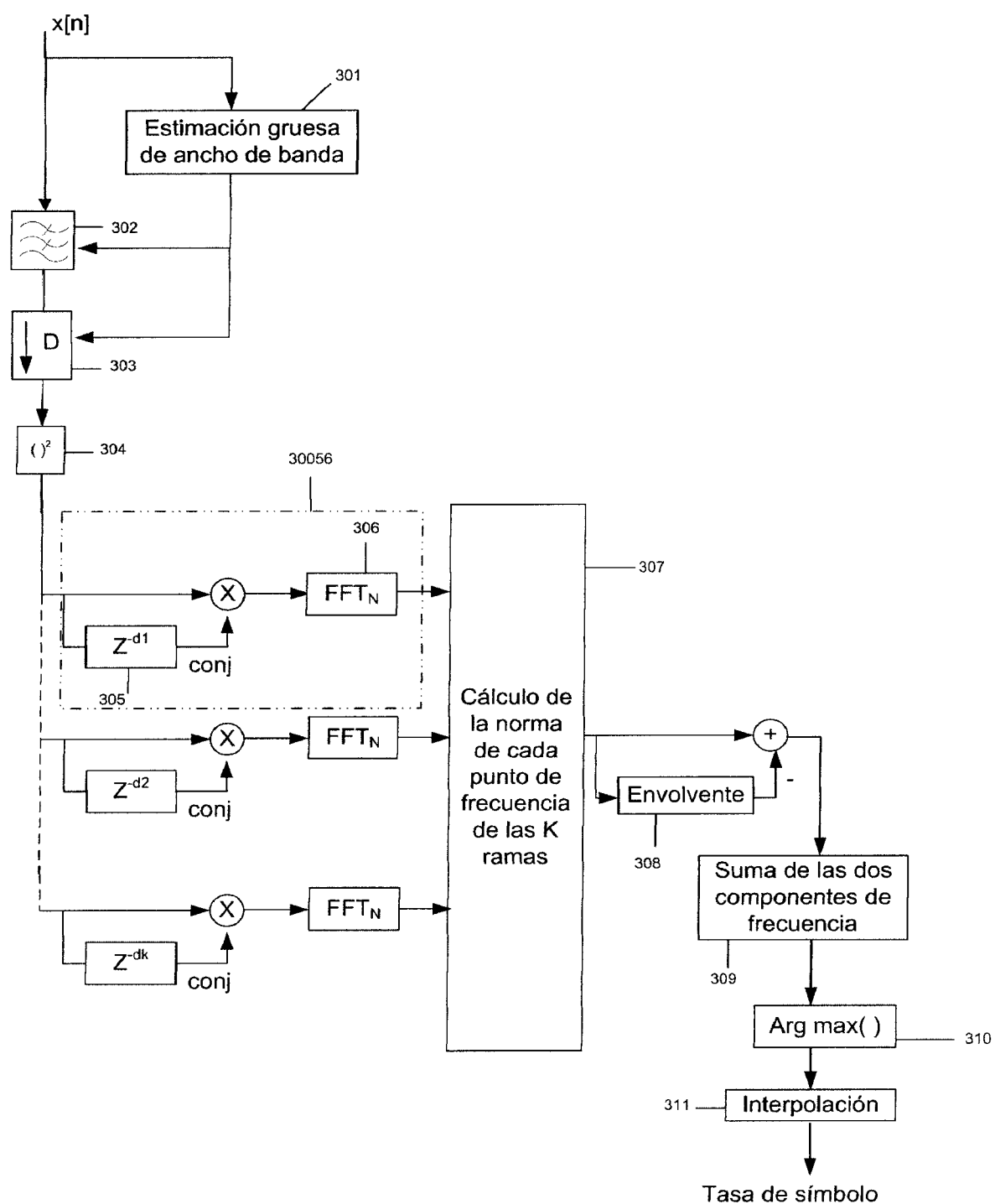


Figura 4

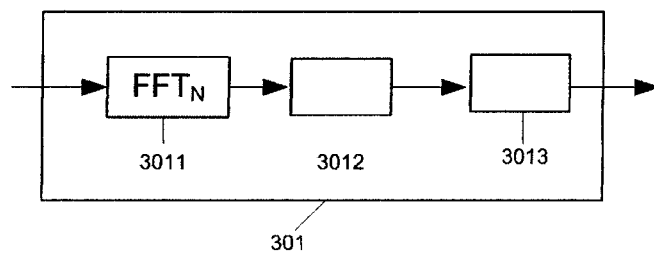


Figura 5

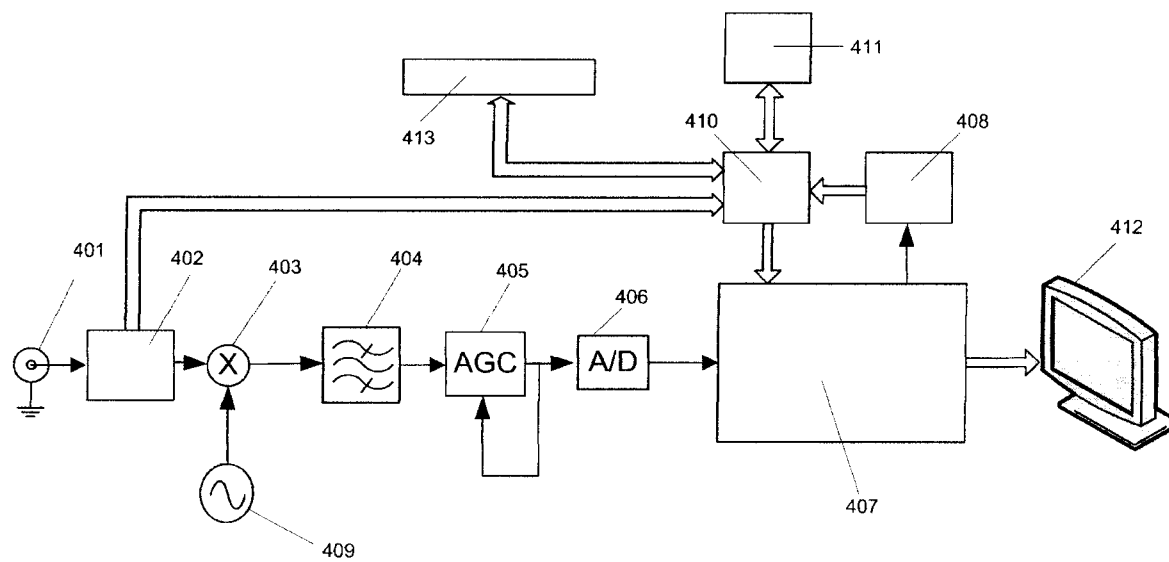


Figura 6



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200901963

②② Fecha de presentación de la solicitud: 07.10.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 1928139 A2 (HARRIS CORP) 04.06.2008	1,6
A	US 6671334 B1 (KUNTZ THOMAS L et al.) 30.12.2003	1,6
A	EP 2056510 A2 (SONY CORP) 06.05.2009	1,6
A	ES 2153791 A1 (PROMAX ELECTRONICA S A) 01.03.2001	1,6

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
21.10.2011

Examinador
M. C. González Vasserot

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

H04L27/00 (2006.01)**G01R23/16** (2006.01)**H04N17/00** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04L, G01R, H04N

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 21.10.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-9	SI
	Reivindicaciones		NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	1-9	SI
	Reivindicaciones		NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	EP 1928139 A2 (HARRIS CORP)	04.06.2008
D02	US 6671334 B1 (KUNTZ THOMAS L et al.)	30.12.2003
D03	EP 2056510 A2 (SONY CORP)	06.05.2009
D04	ES 2153791 A1 (PROMAX ELECTRONICA S A)	01.03.2001

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Los documentos citados solo muestran el estado general de la técnica, y no se consideran de particular relevancia. Así, la invención reivindicada se considera que cumple los requisitos de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial.

1.- El **objeto** de la presente solicitud de patente consiste en un sistema de clasificación de señales de televisión que comprende:

i.- Una entrada de radio frecuencia para las señales de televisión analógica de satélite, DVB-S y DVB-S2.

j.- Otra entrada de radio frecuencia diferente a la del punto anterior para las señales de televisión analógica terrestre, DVB-T y DVB-C.

k.- Un detector de energía.

l.- Una etapa mezcladora para el traslado del canal de interés a una frecuencia intermedia conocida.

m.- Un filtro pasobanda.

n.- Un control automático de ganancia.

o.- Un conversor analógico-digital.

p.- Un sistema programable de procesamiento digital de señales.

Una misma fuente de información se puede transmitir por diferentes medios y bajo esquemas de comunicaciones distintos.

En concreto, las señales de televisión pueden transmitirse de forma analógica o digital y, en cada caso, con diferentes modulaciones y parámetros de transmisión.

Un receptor con capacidad para demodular una señal de televisión transmitida bajo un esquema de comunicación arbitrario necesita conocer las características y parámetros de dicho esquema como paso previo a la propia demodulación.

Para ello se hace necesaria una labor de clasificación basada en cálculos a realizar sobre las muestras de la señal, que incluye la determinación del tipo de modulación así como la extracción de la tasa de símbolo en el caso de señales digitales de televisión por satélite y cable, este es el objeto de la solicitud.

2.- El **problema planteado** por el solicitante es que a la hora de construir un aparato capaz de recibir y demodular cualquier tipo conocido de señal de televisión, es preciso llevar a cabo una serie de tareas previas a la demodulación propiamente dicha. Si el aparato tiene una interfaz de entrada común a todas las señales, la primera tarea a llevar a cabo será la clasificación de las señales a partir de su formato de modulación. Existen diferentes métodos para realizar esta clasificación en función del tipo de señales que se quiera clasificar. El conocimiento de la tasa de símbolo es imprescindible para demodular una señal digital monoportadora. Este parámetro indica la velocidad con la que llegan los símbolos de entrada que, a su vez, transportan los bits de información. La presente invención detalla un procedimiento de estimación de la tasa de símbolo capaz de resolver cualquier grado de incertidumbre inicial con respecto a la misma.

El documento D1 puede considerarse como el representante del estado de la técnica más cercano ya que en este documento confluyen la mayoría de las características técnicas reivindicadas.

Análisis de las reivindicaciones independientes 1.6

D1 se diferencia del documento de solicitud de patente en que no realiza el sistema de clasificación de señales de televisión como lo hace la solicitud de invención. No existe ni la etapa mezcladora ni se emplea un filtro pasobanda.

La reivindicación 1 es nueva (Art. 6.1 LP 11/1986) y tiene actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986).

D1 sí estima la tasa de símbolo de las modulaciones monoportadoras, pero no según el método de la invención. Sí realiza la transformada discreta de Fourier, pero no hace una primera estimación de su ancho de banda basándose en la densidad espectral de potencia de la señal ni el resto de las etapas según el método de la invención.

Por tanto la reivindicación 6 de la solicitud es nueva (Art. 6.1 LP 11/1986) y tiene actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986).

Análisis del resto de los documentos

De este modo, ni el documento D1, ni ninguno del resto de los documentos citados en el Informe del Estado de la Técnica, tomados solos o en combinación, revelan la invención en estudio tal y como es definida en las reivindicaciones independientes, de modo que los documentos citados solo muestran el estado general de la técnica, y no se consideran de particular relevancia. Además, en los documentos citados no hay sugerencias que dirijan al experto en la materia a una combinación que pudiera hacer evidente la invención definida por estas reivindicaciones y no se considera obvio para una persona experta en la materia aplicar las características incluidas en los documentos citados y llegar a la invención como se revela en la misma.