

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 235**

51 Int. Cl.:

G06T 7/00 (2006.01)

G06T 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04736083 .9**

96 Fecha de presentación: **04.06.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1634242**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.03.2006**

54 Título: **ANÁLISIS DE BORDES EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE UN VIDEO.**

30 Prioridad:
18.06.2003 GB 0314162

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.03.2012

73 Titular/es:
**BRITISH TELECOMMUNICATIONS PUBLIC
LIMITED COMPANY
81 NEWGATE STREET
LONDON EC1A 7AJ, GB**

72 Inventor/es:
BOURRET, Alexandre

74 Agente/Representante:
Curell Suñol, Marcelino

ES 2 376 235 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

Análisis de bordes en la evaluación de la calidad de un vídeo.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema para realizar de forma automatizada la evaluación de la calidad de un vídeo y, en particular, a uno de dichos procedimientos y sistemas que emplean una técnica de análisis de bordes.

10

Antecedentes de la invención y técnica anterior

Las técnicas de evaluación de la calidad de un vídeo en las que se emplean observadores humanos se conocen desde hace mucho tiempo en el ámbito de la técnica y se describen en la recomendación del CCIR Rec. 500 (ITU-R BT.500 "Methodology for the Subjective Assessment of the Quality of Television Picture"). Las técnicas de evaluación automatizada de la calidad de un vídeo también son conocidas en la técnica. Un ejemplo de sistema de técnica anterior que permite la evaluación automatizada de la calidad de un vídeo es el PQA 300, disponible a través de Tektronix Inc., Beaverton, Oregón, USA. El PQA 300 compara una secuencia vídeo de prueba generada por un sistema durante una prueba con una correspondiente secuencia de referencia, y facilita un nivel de calidad de la imagen constituido por un valor cuantitativo indicativo de la calidad de la secuencia de vídeo de prueba. Con el fin de obtener el nivel de la calidad de la imagen, el PQA 300 realiza un análisis espacial, un análisis temporal y un análisis a todo color de la secuencia de prueba con respecto a la secuencia de referencia.

En la técnica, también se conoce la forma de detectar bordes dentro de las imágenes y se conocen muchos algoritmos de detección de bordes que se pueden aplicar a las imágenes. Los ejemplos de algoritmos de detección de bordes conocidos comprenden los detectores de bordes laplacianos, los detectores de bordes de Canny y los detectores de bordes de Rothwell. El código fuente en el lenguaje de programación C para un detector de bordes de Canny se podía descargar gratuitamente por ftp antes de la fecha de prioridad desde [ftp://figment-csee.usf.edu/pub/Edge Comparison/source code/canny.src](ftp://figment-csee.usf.edu/pub/Edge%20Comparison/source%20code/canny.src), mientras que el código fuente en C para un detector de bordes de Rothwell estaba disponible en [ftp://figment-csee.usf.edu/pub/Edge Comparison/source code/rothwell.src](ftp://figment-csee.usf.edu/pub/Edge%20Comparison/source%20code/rothwell.src).

Las características de borde para la evaluación de la calidad de un vídeo, características que se determinan a partir de imágenes de diferencia de trama filtradas mediante un filtro de Sobel, se describen en el documento de Stephen Wolf: "Features for Automated Quality Assessment of Digitally Transmitted Video", NTIA REPORT 90-264, U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, junio de 1990, páginas 1-82.

En los artículos de Pinho *et al.* basados en las conferencias: "On the partition of binary edge maps as a first step for quantitative quality evaluation" y "Figures of merit for quality assessment of binary edge maps", Proceedings of the International Conference on Image Processing (ICIP) Lausanne, 16-19 de septiembre de 1996, Nueva York, IEEE, US., vol. 1, 16 septiembre de 1996, páginas 343-346 y 591-594, ISBN: 0-7803-3259-8, se describe la determinación de mapas de bordes binarios que se dividen en elementos de bordes coincidentes, difuminados y falsos, para evaluar la calidad de las imágenes de vídeo.

45 **Sumario de la invención**

La presente invención aplica técnicas de detección de bordes conocidas de por sí en la técnica de procesamiento de imágenes al campo de la evaluación automatizada de la calidad de un vídeo, mediante la provisión de un procedimiento y un sistema de evaluación de la calidad de un vídeo, en los que se emplea cualquier algoritmo de detección de bordes conocido como base de una fase de análisis de bordes de campos/tramas de vídeo de prueba, con el objetivo de generar un valor de parámetro de borde que pueda utilizarse después como aportación en la obtención de un valor de calidad de un vídeo global. La utilización de una fase de detección de bordes aporta, a la evaluación de la calidad, información valiosa relativa a los atributos de imagen que son significativos desde el punto de vista de la percepción para el observador humano, con lo cual el resultado obtenido mediante la evaluación automatizada se asemeja más al que obtendría un observador humano a través de una evaluación subjetiva.

En vista de lo anterior, en un primer aspecto se provee un procedimiento de evaluación de la calidad de un vídeo que comprende las etapas siguientes:

60 generar unos respectivos mapas de bordes para un campo/trama de referencia y un campo/trama de vídeo de prueba;

generar datos relativos a los bordes contenidos dentro de los respectivos mapas de bordes y

65 utilizar los datos generados para obtener un valor de medición de la calidad de un vídeo; en el que la etapa de generación de datos comprende además la generación de datos relativos a los bordes contenidos dentro de los correspondientes subelementos de campo/trama de los respectivos mapas de bordes;

en el que la etapa de generación de datos comprende además las etapas siguientes:

- 5 contar los píxeles de borde situados dentro de los subelementos de los campos/tramas de prueba y referencia;
- determinar los respectivos valores de diferencia entre los respectivos recuentos de los correspondientes subelementos de campo/trama de los campos/tramas de prueba y referencia y
- 10 generar un valor de parámetro de borde dependiente de los valores de diferencia.

15 Por consiguiente, en la invención del primer aspecto, se emplean técnicas de detección de bordes dentro de un procedimiento de evaluación de la calidad de un vídeo, mejorando de ese modo el resultado obtenido mediante dicho procedimiento con respecto a los resultados obtenidos a partir de pruebas humanas subjetivas de las mismas secuencias de prueba.

20 Esto resuelve un problema de algoritmos de extracción de bordes, causado por su sensibilidad al ruido y la degradación que puede producirse en una imagen y que puede dar lugar a desajustes en los resultados. En particular, los efectos de suavizado en la secuencia de prueba pueden determinar que el borde extraído esté desplazado con respecto al borde extraído de la señal de referencia. Por esta razón, una comparación directa de los píxeles de los mapas de bordes puede generar un valor de evaluación de calidad de un vídeo erróneo, aun cuando dichos efectos de suavizado muy probablemente pasen inadvertidos por el observador humano que efectúa una evaluación de calidad de un vídeo subjetiva.

25 Se realiza una comparación entre los subelementos de campo/trama de las señales de prueba y de referencia, y se obtiene un valor de parámetro de borde que es indicativo de las diferencias entre los respectivos subelementos de campo/trama. El valor del parámetro de borde puede utilizarse, pues, directamente como un único valor indicativo de los datos de borde para generar el valor de evaluación de la calidad de un vídeo final.

30 Preferentemente, dentro de la forma de realización preferida, la etapa de utilización comprende además la integración del valor del parámetro de borde con otros valores de parámetros obtenidos mediante otras técnicas de análisis para generar el valor de calidad de un vídeo. Las otras técnicas de análisis pueden comprender preferentemente uno o más de los siguientes tipos de análisis: análisis espacial, análisis temporal y análisis de textura.

35 Preferentemente, la etapa de integración comprende la ponderación de los valores de parámetros conforme a unos valores de ponderación predeterminados, y la suma de los valores ponderados, siendo la suma resultante el valor de calidad de un vídeo.

40 En un segundo aspecto, la presente invención provee también un sistema de evaluación de la calidad de un vídeo que comprende: unos medios de generación de mapas de bordes operativos para generar unos respectivos mapas de bordes para un campo/trama de vídeo de referencia y un campo/trama de vídeo de prueba; unos medios de análisis de mapas de bordes operativos para generar datos relativos a los bordes contenidos dentro de los respectivos mapas de bordes y unos medios de determinación de valores de calidad de un vídeo operativos para utilizar los datos generados para generar un valor de medición de la calidad de un vídeo; en el que los medios de análisis de mapas de bordes son operativos además para generar datos relativos a los bordes contenidos dentro de unos correspondientes subelementos de campo/trama de los respectivos mapas de bordes; en el que los medios de análisis de mapas de bordes comprenden además: unos medios de recuento para contar los píxeles de borde situados dentro de los subelementos de los campos/tramas de prueba y referencia; unos medios de diferencia para determinar unos respectivos valores de diferencia entre los respectivos recuentos de los correspondientes subelementos de campo/trama de los campos/tramas de prueba y referencia y unos medios de cálculo de parámetros para calcular un valor de parámetro de borde dependiente de los valores de diferencia.

55 En un tercer aspecto, la presente invención provee además un programa informático o un conjunto de programas organizados de tal forma que cuando se ejecutan mediante un sistema informático causan la realización por el sistema del procedimiento del primer aspecto. El programa o los programas informáticos pueden adoptar la forma de realización de una señal portadora modulada que comprende datos correspondientes al programa informático o por lo menos a uno de los programas del conjunto de programas, por ejemplo, una señal que se transmite por una red tal como Internet.

60 Además, en otro aspecto de la presente invención, se ofrece también un soporte de almacenamiento legible por ordenador donde se almacena un programa informático o por lo menos uno de los programas del conjunto de programas informáticos según el tercer aspecto. El soporte de almacenamiento legible por ordenador puede ser un soporte magnético, óptico, magnetoóptico o de estado sólido u otro tipo de soporte de almacenamiento que puede ser leído por un ordenador.

Breve descripción de los dibujos

5 Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción de una de sus formas de realización, proporcionada únicamente a título de ejemplo, y haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que se utilizan números de referencia similares para hacer referencia a partes similares, y en los que:

10 la figura 1 es un diagrama de bloques que representa los componentes de la forma de realización de la presente invención y los flujos de señales entre estos;

la figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra en mayor detalle los diversos módulos de detección utilizados en la forma de realización de la presente invención;

15 la figura 3 es un diagrama de bloques del analizador espacial de la forma de realización de la presente invención;

la figura 4 ilustra las matrices piramidales generadas por el analizador espacial de la forma de realización de la presente invención;

20 la figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra la generación de una matriz piramidal en la forma de realización de la presente invención;

la figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra el cálculo de un valor de SNR piramidal en la forma de realización de la presente invención;

25 la figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra el analizador de bordes de la forma de realización de la presente invención;

30 la figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento del analizador de bordes de la forma de realización de la presente invención;

la figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento del analizador de textura de la forma de realización de la presente invención;

35 la figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de la fase de integración de la forma de realización de la presente invención y

la figura 11 es un diagrama de bloques de una segunda forma de realización de la presente invención.

Descripción de la forma de realización

40 A continuación, se describirán formas de realización de la presente invención.

45 La figura 1 ilustra un diagrama de bloques global de la disposición general de las formas de realización de la presente invención. En la figura 1, una secuencia de referencia que comprende unos campos/tramas de la secuencia de referencia se introduce en un módulo detector 2. Del mismo modo, una secuencia de prueba de campos/tramas de vídeo 8 (en la presente memoria, denominada indistintamente "secuencia de prueba" o "secuencia degradada") también se introduce en el módulo detector 2. La secuencia de prueba se obtiene introduciendo la secuencia de referencia en el sistema que se va a comprobar (tal como un dispositivo de grabación de vídeo, un sistema de radiodifusión o un códec de vídeo, por ejemplo), y a continuación tomando la salida del sistema que se comprueba como secuencia de prueba. El módulo detector 2 es operativo para detectar diversas características de vídeo de los campos/tramas de vídeo de referencia y prueba de entrada y genera valores de características de vídeo que a continuación se suministran a un módulo de integración 4. El módulo de integración 4 integra los valores de características de vídeo conjuntamente para facilitar un valor de calidad de un vídeo prevista 10 en su salida.

55 La figura 2 ilustra en mayor detalle la disposición de las formas de realización de la presente invención. Se puede apreciar que tanto la secuencia de vídeo de referencia como la de prueba se introducen en cuatro analizadores: un analizador de frecuencia espacial 22, un analizador de la relación señal-ruido de la energía de luminancia y crominancia 24, un analizador de bordes 26 y un analizador de textura 28. Los respectivos analizadores son operativos para generar diversos valores de características de vídeo como resultado de las respectivas formas de análisis aplicadas por cada uno, y los valores de características de vídeo se introducen en un módulo de integración 4. El módulo de integración combina entonces los valores de características de vídeo para generar un valor de calidad de un vídeo *PDMOS* 10, que es un valor cuantitativo relativo a la calidad de un vídeo de prueba evaluada por la forma de realización de la presente invención.

65

En relación nuevamente con la breve descripción de cada uno de los cuatro módulos analizadores 22 a 28, el analizador de frecuencia espacial 22 es operativo para analizar los campos/tramas de vídeo de prueba de entrada y los campos/tramas de vídeo de referencia y genera valores de SNR piramidales $PySNR(a, b)$ a partir de un análisis piramidal de los campos/tramas de referencia de entrada y el campo/trama de prueba. Además, el analizador de la PSNR de luminancia y crominancia 24 compara el campo/trama de referencia de entrada y el campo/trama de prueba de entrada para generar valores de PSNR de luminancia y crominancia que se facilitan en la salida. Análogamente, el analizador del detector de bordes 26 analiza el campo/trama de referencia de entrada y el campo/trama de prueba de entrada y genera un único valor de detector de bordes $EDif$. Por último, el analizador de textura 26 analiza el campo/trama de prueba y el campo/trama de referencia para calcular el parámetro $TextureDeg$ indicativo de la textura del presente campo/trama de prueba y el parámetro $TextureRef$ indicativo de la textura del presente campo/trama de referencia. En cualquier caso, las operaciones del analizador de frecuencia espacial 22, el analizador de la relación-sígnal ruido de la energía de luminancia y crominancia 24, el analizador del detector de bordes 26 y el analizador de textura 28 se describen en mayor detalle más adelante.

En relación nuevamente con la figura 1, se observará que cada salida de los respectivos analizadores 22 a 28 se introduce en el módulo de integración 4, que es operativo para integrar conjuntamente los valores y generar el valor de calidad de un vídeo prevista 10. El funcionamiento del integrador 4 también se describirá en mayor detalle más adelante.

En relación con la figura 2, a continuación se describen las operaciones de cada uno de los módulos y analizadores individuales representados, con referencia a las figuras 3 a 10.

Por lo que respecta primero al analizador de frecuencia espacial 22, la configuración interna del analizador de frecuencia espacial 22 se ilustra en la figura 3. En esta figura, se puede observar que el analizador de frecuencia espacial 26 comprende en su interior un primer generador de transformadas piramidales 222 que está dispuesto para recibir los campos/tramas de vídeo de prueba como entrada. Además, se dispone de un segundo generador de transformadas piramidales 224 que recibe los campos/tramas de referencia como entrada. Los dos generadores de transformadas piramidales 222 y 224 funcionan de manera idéntica para generar una matriz piramidal para cada campo/trama de entrada, que a continuación se suministra a un calculador de SNR piramidal 226 a fin de generar una medición de SNR piramidal entre los respectivos campos/tramas de vídeo de prueba y campos/tramas de vídeo de referencia correspondientes. A continuación, se describirá el funcionamiento del analizador de frecuencia espacial 22 en la generación de medidas de SNR piramidal, con referencia a las figuras 4 a 6.

Con referencia primeramente a la figura 5, la figura 5 ilustra un diagrama de flujo de las etapas realizadas por los generadores de transformadas piramidales 222 ó 224 en la generación de las respectivas matrices piramidales. Por consiguiente, primero, en la etapa 8.2, el generador de transformadas piramidales recibe un campo/trama de entrada de la respectiva secuencia (es decir, la secuencia de prueba o la secuencia de referencia). A continuación, en la etapa 8.4, el contador $stage$ se pone a cero y se inicia un bucle de procesamiento para generar la matriz piramidal. El procedimiento general seguido para generar la matriz piramidal es un procedimiento de tres fases y dos etapas, en el que para cada una de las fases 0 a 2 se realiza un análisis horizontal seguido de un análisis vertical. A continuación, se describen las etapas comprendidas en una fase particular de análisis horizontal y vertical, con respecto a las etapas 8.6 a 8.20.

Una vez en el bucle de procesamiento iniciado en la etapa 8.4 para una fase particular del procesamiento piramidal, la primera acción realizada en la etapa 8.6 es la copia del presente campo/trama procesado en una matriz $temp$, de la manera siguiente:

$$P_{Temp}(x, y) = P(x, y) \quad x = 0..X - 1, \quad y = 0..Y - 1 \quad (8-1)$$

En la etapa 8.8, se calculan los límites del análisis horizontal en función del presente valor del parámetro $stage$, de la manera siguiente:

$$Tx = X / 2^{(stage+1)} \quad (8-2)$$

$$Ty = Y / 2^{stage} \quad (8-3)$$

A continuación, se realiza un análisis horizontal dentro de los límites calculados, en el que se utilizan promedios y diferencias de pares de elementos horizontales de la matriz temporal para actualizar la matriz piramidal según:

$$P(x, y) = 0.5 * (PTemp(2x, y) + PTemp(2x+1, y)) \quad x = 0..Tx-1, \quad y = 0..Ty-1$$

(8-4)

$$P(x+Tx, y) = PTemp(2x, y) - PTemp(2x+1, y) \quad x = 0..Tx-1 \quad y = 0..Ty-1$$

(8-5)

y en la etapa 8.12 se sobrescriben los valores de campo/trama de entrada con los resultados del análisis horizontal.

5 Entonces, se realiza el análisis vertical de la presente fase de procesamiento, empezando por la etapa 8.14, en la que el campo/trama de entrada se vuelve a copiar en la matriz *temp*. No obstante, en este momento, debe observarse que los valores del campo/trama de entrada se han sobrescrito en la etapa 8.12 con los resultados del análisis horizontal, y por lo tanto la entrada de la presente fase de análisis vertical es la salida de la fase de análisis horizontal inmediatamente anterior a la presente.

10 A continuación, en la etapa 8.16, se calculan los límites del análisis vertical en función del valor *stage*, de la manera siguiente:

$$Tx = X / 2^{stage}$$

(8-6)

$$Ty = Y / 2^{(stage+1)}$$

(8-7)

15 Después, en la etapa 8.18, se realiza un análisis vertical dentro de los límites calculados tal como se indica, en el que se utilizan promedios y diferencias de pares de elementos verticales de la matriz temporal para actualizar la matriz piramidal según:

$$P(x, y) = 0.5 * (PTemp(x,2y) + PTemp(x,2y+1)) \quad x = 0..Tx-1, \quad y = 0..Ty-1$$

(8-8)

$$P(x, y+Ty) = PTemp(x,2y) - PTemp(x,2y+1) \quad x = 0..Tx-1 \quad y = 0..Ty-1$$

(8-9)

25 En la etapa 8.20, el campo/trama de entrada se sobrescribe con los resultados del análisis vertical realizado en la etapa 8.18, de tal forma que los valores de la matriz del campo/trama de entrada se corresponden con los resultados de la primera fase del análisis espacial. En la etapa 8.22, se realiza una evaluación para determinar si se ha realizado o no cada una de las fases del análisis espacial para generar la matriz piramidal, y si no es así, el procesamiento vuelve a la etapa 8.4, en la que el valor *stage* se incrementa, y las etapas 8.6 a 8.20 se repiten otra vez. Debe tenerse en cuenta que, para cada etapa de análisis horizontal y vertical de cada fase, los valores de la matriz del campo/trama de entrada se sobrescriben con los límites verticales y horizontales calculados, de tal manera que a medida que el procedimiento avanza de etapa en etapa a través de cada fase, los valores contenidos

30 en la matriz del campo/trama de entrada se van convirtiendo en una estructura piramidal de cuatro cuadrantes en cada nivel. Por lo tanto, para cuando haya terminado cada una de las fases 0 a 2, de tal forma que la evaluación de la etapa 8.22 causa el fin del bucle de procesamiento, se habrá construido una matriz piramidal que puede proveerse en la etapa 8.24.

35 El formato de la matriz piramidal construida al final de cada fase de procesamiento se representa en la figura 7. Más particularmente, la figura 7(a) ilustra el contenido de la matriz del campo/trama de entrada tras el final del procesamiento de la fase 0, momento en que se observa que la etapa de análisis horizontal seguida de la etapa de análisis vertical provoca la división de la matriz en cuatro cuadrantes Q (fase, 0 a 3), en los que Q(0,0) contiene valores correspondientes al promedio de bloques de 4 píxeles del campo/trama de entrada; Q(0, 1) contiene valores correspondientes a la diferencia horizontal de bloques de 4 píxeles del campo/trama de entrada, Q(0, 2) contiene valores correspondientes a la diferencia vertical de bloques de 4 píxeles y Q(0, 3) contiene valores correspondientes a la diferencia en diagonal de bloques de 4 píxeles.

45 El cuadrante Q(0, 0) obtenido tras el análisis de fase 0 representado en la figura 7(a) se utiliza como entrada para que la segunda iteración del bucle FOR (FOR loop) realice el procesamiento de fase uno, los resultados del cual se representan en la figura 7(b). Se observa aquí que el cuadrante Q(0, 0) se ha sobrescrito con los resultados Q(1, 0 a 3) relativos al análisis de los bloques de 4 por 4 píxeles, pero cada cuadrante Q(1, 0 a 3) contiene valores relativos al promedio, la diferencia horizontal, la diferencia vertical y la diferencia en diagonal, tal como se ha descrito anteriormente con respecto a la salida de la fase 0.

50 La salida del análisis de la fase 1 representada en la figura 7(b) se utiliza como entrada para el análisis de la fase 2

5 en la tercera iteración del bucle FOR de la figura 8, para proveer los resultados representados en la figura 7(c), en la que se observa que el cuadrante Q(1, 0) se ha sobrescrito con los cuadrantes Q(2, 0 a 3), estando relacionado cada uno de los cuadrantes Q(2, 0 a 3) con el promedio de los bloques, la diferencia horizontal de los bloques, etc., respectivamente, tal como se ha indicado. Tras las tres fases de análisis, la matriz piramidal resultante representada en la figura 7(c) contiene un total de diez bloques de resultados: tres bloques Q(0, 1 a 3) del análisis de fase 0 (de 2 por 2 píxeles), tres cuadrantes Q(1, 1 a 3) del análisis de fase 1 (de 4 x 4 píxeles) y cuatro cuadrantes Q(2, 0 a 3) del análisis de fase 2 (de 8 x 8 píxeles). Debe tenerse en cuenta que cada generador de transformadas piramidales 222 y 224 realiza el procedimiento de la figura 8 para generar las matrices piramidales representadas en la figura 7, a fin de generar las respectivas matrices piramidales *pref* y *pdeg* que se introducen después en el calculador de SNR 226. El funcionamiento del calculador de SNR piramidal 226 se representa en la figura 6.

15 Con referencia a la figura 6, primeramente, en la etapa 9.2, el calculador de SNR piramidal 226 recibe las matrices piramidales de referencia y degradadas desde los generadores de transformadas piramidales 224 y 222, respectivamente. A continuación, en la etapa 9.4, se inicia un bucle de procesamiento que procesa cada valor del contador *stage* de 0 a 2. Tras esta etapa, se inicia un segundo bucle de procesamiento anidado que procesa un valor del contador *quadrant* entre los valores de 1 a 3, en la etapa 9.6. Dentro de estos bucles de procesamiento anidados, en la etapa 9.8, se calcula un valor de medición de error al cuadrado $E(stage, quadrant)$ entre las matrices piramidales de referencia y degradadas, según:

$$E(s, q) = (1 / XY^2) \sum_{x=x1(s,q)}^{x2(s,q)} \sum_{y=y1(s,q)}^{y2(s,q)} (Pref(x, y) - Pdeg(x, y))^2 \quad s = 0..2 \quad q = 1..3$$

(9-1)

20 en la que $x1$, $x2$, $y1$ e $y2$ definen los límites horizontales y verticales de los cuadrantes dentro de las matrices piramidales y se calculan conforme a:

$$x1(s,1) = X / 2^{(s+1)} \quad x2(s,1) = 2 * x1(s,1) \quad y1(s,1) = 0 \quad y2(s,1) = Y / 2^{(s+1)}$$

(9-2)

$$x1(s,2) = 0 \quad x2(s,2) = X / 2^{(s+1)} \quad y1(s,2) = Y / 2^{(s+1)} \quad y2(s,2) = 2 * y1(s,2)$$

(9-3)

$$25 \quad x1(s,3) = X / 2^{(s+1)} \quad x2(s,3) = 2 * x1(s,3) \quad y1(s,3) = Y / 2^{(s+1)} \quad y2(s,3) = 2 * y1(s,3)$$

(9-4)

30 En la etapa 9.10, se almacena cada medida de error calculada $E(stage, quadrant)$, y a continuación, en las etapas 9.12 y 9.14, los valores de los contadores *quadrant* y *stage* se actualizan como corresponda para los bucles de procesamiento. La operación de los bucles de procesamiento de las etapas 9.4 a 9.14 y las etapas 9.6 a 9.12 consiste en calcular un valor de medida de error para cada valor del contador *stage* y el contador *quadrant*.

35 Una vez calculados los valores de medida de error al cuadrado, en la etapa 9.16 se inicia otro bucle de procesamiento para procesar todos los valores disponibles del contador *stage* de 0 a 2, tras lo cual, en la etapa 9.18 se inicia un bucle de procesamiento anidado para procesar los valores del contador *quadrant* de 1 a 3. Dentro de estos bucles de procesamiento anidados, en la etapa 9.20 se calcula una medida de PSNR $PySNR(stage, quadrant)$ que cumple la condición siguiente:

$$si (E > 0.0) \quad PySNR(s, q) = 10.0 * \log_{10}(255^2 / E(s, q)) \text{ en caso contrario } SNR = 10.0 * \log_{10}(255^2 * XY^2)$$

(9-5)

40 que se almacena en la etapa 9.22. En la etapa 9.24 y la subsiguiente etapa 9.26, los valores de los contadores *stage* y *quadrant* se incrementan adecuadamente para los bucles de procesamiento, de tal forma que el efecto de los bucles de procesamiento anidados es el cálculo y el almacenamiento de la medida de PSNR para cada valor de *stage* y cada valor de *quadrant*. Dado que el parámetro *stage* puede adoptar valores de 0 a 2, y el parámetro *quadrant* puede adoptar valores de 1 a 3, se desprende que el calculador de SNR piramidal 226 genera un total de 9 medidas de PSNR, la totalidad de las cuales pueden suministrarse a la fase de integración 4.

A continuación, se describe el funcionamiento del analizador de bordes 26 con respecto a las figuras 7 y 8.

5 La figura 7 ilustra la configuración interna del analizador de bordes 26. Más en particular, el analizador de bordes 26 comprende un primer detector de bordes 262 dispuesto para recibir y comprobar los campos/tramas de vídeo, y detectar los bordes contenidos en estos, y un segundo detector de bordes 264 dispuesto para recibir los campos/tramas de vídeo de referencia obtenidos del módulo de correspondencia 30, y detectar los bordes contenidos en estos. Tanto el detector de bordes 262 como el 264 funcionan preferentemente conforme a los algoritmos de detección de bordes conocidos y generan mapas de bordes de una manera conocida en el ámbito de la técnica. Los ejemplos de algoritmos de detección de bordes conocidos comprenden los detectores de bordes laplacianos, los detectores de bordes de Canny y los detectores de bordes de Rothwell. El código fuente en el lenguaje de programación C para un detector de bordes de Canny se podía descargar gratuitamente por ftp antes de la fecha de prioridad desde ftp://figment-csee.usf.edu/pub/Edge Comparison/source code/canny.src, mientras que el código fuente en C para un detector de bordes de Rothwell estaba disponible en ftp://figment-csee.usf.edu/pub/Edge Comparison/source code/rothwell.src.

Los respectivos mapas de bordes generados por cada uno de los detectores de bordes 262 y 264 se introducen en los medios de correspondencia de bloques 266 que son operativos para comparar los respectivos mapas de bordes de una manera que se describirá más adelante, y generar un parámetro de salida *EDif*, representativo de la comparación. El funcionamiento del analizador de bordes 26 se representa en mayor detalle en la figura 8.

Con referencia a la figura 8, en primer lugar, en la etapa 11.2, los respectivos detectores de bordes 262 y 264 calculan los respectivos mapas de bordes de referencia y degradados. Como se ha mencionado anteriormente, el algoritmo de detección de bordes utilizado por los detectores de bordes 262 y 264 es preferentemente uno conocido en el ámbito de la técnica, tal como un detector de bordes de Canny. Los detectores de bordes 262 y 264 suministran los mapas de bordes de referencia y degradados a los medios de correspondencia de bloques 266, y en la etapa 11.4 el mapa de bordes de referencia y degradados se dividen en bloques de *n* por *m*. A continuación, los medios de correspondencia de bloques 266 cuentan los píxeles que forman parte de un borde dentro de cada bloque, tanto en el mapa de bordes de referencia como en el mapa de bordes degradados. Por lo tanto, después de la etapa 11.6, los medios de correspondencia de bloques 266 habrán obtenido un recuento de píxeles de borde para cada bloque de los mapas de bordes de referencia y degradados.

Tras la etapa de recuento, en la etapa 11.8, los medios de correspondencia de bloques 266 calculan la diferencia entre los respectivos recuentos de píxeles de los correspondientes bloques de los mapas de bordes de referencia y los mapas de bordes degradados. Por consiguiente, tras la etapa 11.8, se habrán obtenido tantos valores de diferencia como bloques haya en el mapa de bordes de referencia o el mapa de bordes degradados.

Después de la etapa 11.8, en la etapa 11.10, los medios de correspondencia de bloques 266 elevan cada valor de diferencia a la potencia *Q*, y en la etapa 11.12 se suman los valores resultantes. Por consiguiente, tras la etapa 11.10, todavía existen tantos valores como bloques haya en el mapa de bordes de referencia o el mapa de bordes degradados, pero después de la etapa 11.12 se obtiene un único resultado correspondiente a la suma de los valores calculados en la etapa 11.10. En la etapa 11.14, el valor de suma resultante se eleva a la potencia *1/Q*, y en la etapa 11.16 los medios de correspondencia de bloques 266 facilitan el resultado de este cálculo en forma de parámetro *EDif*. Como se observa en la figura 2, el parámetro *EDif* se pasa del analizador de bordes 26 a la fase de integración 4. La utilización del parámetro *EDif* en la fase de integración se describirá más adelante.

En algunas situaciones puede ser útil tener en cuenta las desviaciones de los análisis respecto de los bordes del campo/trama en las etapas de diferenciación de bordes 11.6 a 11.16, en cuyo caso el procesamiento tiene lugar de la manera indicada a continuación.

Una vez que se han generado los respectivos mapas de bordes, los medios de correspondencia de bloques calculan una medida del número de píxeles marcados como bordes en cada bloque de análisis, definiendo *nX* y *nY* el número de bloques que no se superponen y que se van a analizar en las direcciones horizontal y vertical, y *X1* e *Y1* las desviaciones del análisis respecto del borde del campo.

$$Bref(x, y) = \sum_{i=1}^{i2} \sum_{j=1}^{j2} EMapRef(Nx + X1 + i, My + Y1 + j) \quad x = 0..nX - 1, y = 0..nY - 1 \quad (11-1)$$

$$BDeg(x, y) = \sum_{i=1}^{i2} \sum_{j=1}^{j2} EMapDeg(Nx + X1 + i, My + Y1 + j) \quad x = 0..nX - 1, y = 0..nY - 1 \quad (11-2)$$

Los límites de suma se determinan conforme a:

$$i1 = -(N \text{ div } 2) \quad i2 = (N - 1) \text{ div } 2 \quad (11-3)$$

$$j1 = -(M \text{ div } 2) \quad j2 = (M - 1) \text{ div } 2 \quad (11-4)$$

donde el operador "div" representa una división entera.

5 A continuación, se calcula una medida de las diferencias en todo el campo conforme a:

$$EDif = (1/N * M * nX * nY) * \left(\sum_{x=0}^{nX-1} \sum_{y=0}^{nY-1} (BRe f(x, y) - BDeg(x, y))^2 \right)^{1/2} \quad (11-5)$$

Para los campos de 720x288 píxeles de vídeo de radiodifusión de 625 líneas:

$$N = 4, \quad X1 = 6, \quad nX = 178, \quad M = 4, \quad Y1 = 10, \quad nY = 69 \quad (11-6)$$

10 Mientras que para los campos de 720x243 píxeles de vídeo de radiodifusión de 525 líneas:

$$N = 4, \quad X1 = 6, \quad nX = 178, \quad M = 4, \quad Y1 = 10, \quad nY = 58 \quad (11-7)$$

15 Cabe señalar que el procesamiento anterior representado por las ecuaciones 11-1 a 11-7 es sustancialmente idéntico al que ya se ha descrito con respecto a la figura 11, excepto porque se tienen en cuenta las desviaciones de análisis respecto de los bordes del campo/trama. El parámetro *EDif* calculado mediante la ecuación 11-5 se pasa a la fase de integración 4 de la misma manera que se ha descrito anteriormente.

20 A continuación, se describe el funcionamiento del analizador de textura 28 con respecto a la figura 9.

25 La compresión de vídeo digital tiende a reducir la textura o el detalle dentro de una imagen mediante la cuantificación de los coeficientes DCT utilizados dentro del procedimiento de codificación. Por consiguiente, el análisis de textura puede facilitar información importante acerca de dicha compresión, y en la presente forma de realización se utiliza para generar los valores de características de vídeo *TextureDeg* y *TextureRef*. Más particularmente, los valores de parámetros de textura *TextureDeg* y *TextureRef* se miden registrando el número de puntos de inflexión de la señal de intensidad a lo largo de las líneas horizontales de la imagen. Esto se realiza de la forma representada en la figura 9.

30 Con referencia a la figura 9, en primer lugar, en la etapa 12.2, el analizador de textura 28 recibe el presente campo/trama que se va a procesar. En relación con la figura 2, se recordará que el analizador de textura 28 recibe el campo/trama de vídeo de prueba y el campo/trama de referencia original. No obstante, en otras formas de realización, el analizador de textura 28 puede recibir sólo el campo/trama de referencia o el campo/trama de prueba, en cuyo caso sólo se calcula el parámetro *TextureDeg* o *TextureRef* que corresponda.

35 Tras la etapa 12.2, en la etapa 12.4, la suma del contador de puntos de inflexión se pone a cero. En la etapa 12.6 se inicia un bucle de procesamiento para cada línea del campo/trama de vídeo de entrada dentro de los límites del bucle $Y = 0$ a $Y-1$, donde Y es el número de líneas dentro del campo/trama de vídeo. Dentro del bucle de procesamiento, en la etapa 12.8, los valores *last_pos* y *last_neg* se ponen a 0. A continuación, en la etapa 12.10, se inicia un segundo bucle de procesamiento anidado para procesar cada píxel x contenido en cada línea y , en el que x adopta un valor de 0 a $X-2$, siendo X el número de píxeles de una línea del campo/trama de vídeo de entrada.

45 Dentro del bucle de procesamiento anidado, en la etapa 12.12, se calcula un valor de diferencia entre el valor del píxel en la posición x y el valor del píxel en la posición $x+1$. A continuación, en la etapa 12.14, se realiza una evaluación para determinar si el valor de diferencia calculado es o no mayor que 0, y también si el valor *last_neg* es o no mayor que el valor *last_pos*. Si se cumple esta condición lógica, el valor del contador *sum* se incrementa. Tras la etapa 12.14, en la etapa 12.16, se realiza una segunda evaluación para determinar si el valor de diferencia calculado en la etapa 12.12 es o no menor que 0, y también si el valor *last_neg* es o no menor que el valor *last_pos*. En caso de que se cumpla la condición de inferioridad, el valor del contador *sum* se incrementa. Cabe señalar que las evaluaciones de la etapa 12.14 y 12.16 son mutuamente excluyentes, y que no es posible incrementar dos veces el valor del contador *sum* para cualquier píxel particular individual. Tras la etapa 12.16, en la etapa 12.18 se realiza otra evaluación para determinar si el valor de diferencia calculado es o no mayor que cero y , si se cumple la condición de superioridad, el valor *last_pos* se establece como el número del píxel actual x . Como alternativa, en la etapa 12.20 se realiza una segunda evaluación en la que se determina si el valor de diferencia calculado es o no inferior a cero y , si se cumple la condición de inferioridad, el valor del contador *last_neg* se establece como el

número del píxel actual x .

Tras la etapa 12.20, en la etapa 12.22 se realiza una evaluación para determinar si se han procesado o no todos los píxeles x de la presente línea, y de no ser así el procesamiento retrocede hasta la etapa 12.10, en la que se procesa el siguiente píxel. Sin embargo, si se han procesado todos los píxeles, el procesamiento continúa por la etapa 12.24, en la que se realiza una evaluación para determinar si se han procesado o no todas las líneas y de la presente trama de entrada, y de no ser así el procesamiento retrocede hasta la etapa 12.6, cuando se inicia el procesamiento de la siguiente línea. Estos bucles de procesamiento anidados dan por resultado el procesamiento de todos los píxeles de cada línea y, siempre que las evaluaciones de las etapas 12.14 y 12.16 dan el valor "true", el incremento del contador sum . Por consiguiente, una vez que los bucles de procesamiento se hayan terminado, el contador sum contendrá cierto valor que es indicativo de los puntos de inflexión de textura dentro del campo/trama de entrada.

Mediante este valor comprendido en el contador sum , en la etapa 12.26 se calcula un parámetro de textura en función del valor comprendido en el contador sum , de la manera siguiente:

$$Texture = sum * 100 / XY$$

(12-1)

El parámetro de textura calculado de esta manera puede pasar del analizador de textura 28 a la fase de integración 4 en la etapa 12.28.

A continuación, se describirá el funcionamiento del analizador de la relación señal-ruido de la energía de luminancia y crominancia 24.

Como se representa en la figura 2, el analizador de relación señal-ruido de la energía de luminancia y crominancia 24 recibe los campos/tramas de vídeo de referencia coincidentes y los campos/tramas de vídeo degradados como entradas. Estos pueden utilizarse en las mediciones de relación señal-ruido de intensidad y color tal como se indica a continuación, siendo RefY y DegY campos de intensidad de referencia y degradada, y RefU, DegU, RefV y DegV campos de crominancia según la norma de formato de color YUV:

$$YPSNR = 10.0 * \log_{10}(255^2 * XY / (\sum_{x=0}^{X-1} \sum_{y=0}^{Y-1} (RefY(x, y) - DegY(x, y))^2))$$

(2-1)

$$UPSNR = 10.0 * \log_{10}(255^2 * XY / (\sum_{x=0}^{X-1} \sum_{y=0}^{Y-1} (RefU(x, y) - DegU(x, y))^2))$$

(2-2)

$$VPSNR = 10.0 * \log_{10}(255^2 * XY / (\sum_{x=0}^{X-1} \sum_{y=0}^{Y-1} (RefV(x, y) - DegV(x, y))^2))$$

(2-3)

Por supuesto, en otras formas de realización de la presente invención en las que no se utiliza el modelo de color YUV, sino los modelos RGB e YCbCr, se pueden calcular unas correspondientes medidas similares, como resultará obvio a los expertos en la materia.

Volviendo a la figura 1, las diversas salidas del módulo de correspondencia y los analizadores del módulo detector 2 se pasan a una fase de integración 4, en la que los diversos valores se integran conjuntamente para dar un valor de calidad de un vídeo 10. A continuación, se describe el funcionamiento de la fase de integración 4 con respecto a la figura 10.

Por lo general, la operación de la fase de integración consiste en generar una estimación de la calidad de un vídeo percibida de la secuencia de vídeo de prueba mediante la ponderación adecuada de una selección de los valores de los parámetros de características de vídeo generados por los analizadores 22 a 28. El conjunto particular de valores de parámetros utilizados y los valores de los correspondientes factores de ponderación dependen del tipo particular de vídeo que se está comprobando, y se determinan de antemano antes de la calibración. Las calibraciones se realizan en un conjunto de secuencias de vídeo de gran tamaño que presentan puntuaciones subjetivas conocidas, y preferentemente tienen propiedades similares a las secuencias degradadas que se van a comprobar.

En la forma general del procedimiento de integración, primero se pondera en el tiempo el campo/trama mediante parámetros de detección de campos/tramas y, a continuación, se combinan los valores ponderados y promediados a lo largo del tiempo para dar una puntuación de la calidad prevista, que es el valor de calidad global del vídeo. El

procedimiento para realizar estas acciones se expone en la figura 10.

En primer lugar, la fase de integración 4 recibe los valores de los parámetros obtenidos de los diversos detectores y analizadores en la etapa 13.2 y los almacena. Como se ha descrito anteriormente, el analizador de frecuencia espacial 22 genera los valores de *PySNR*, mientras que el analizador de la relación señal-ruido de la energía de luminancia y crominancia 24 genera valores de PSNR para cada una de las características de luminancia y crominancia del modelo de color que se utiliza. Por otra parte, el analizador de bordes 26 genera el parámetro *EDif* como se ha descrito anteriormente, mientras que el analizador de textura 28 provee los valores *TextureDeg* por lo menos, aunque también podría proveer los valores *TextureRef* y *TextureMref* en su caso. Sean cuales sean los parámetros y valores obtenidos en cada una de las fases anteriores con respecto a un campo/trama de vídeo de prueba particular, la fase de integración recibe la información suministrada y la almacena.

A continuación, en la etapa 13.4, la fase de integración selecciona el tipo de vídeo y, como consecuencia, selecciona un conjunto de parámetros de integración que dependen del tipo de vídeo. Por ejemplo, a continuación se indica un conjunto de parámetros de integración para vídeo de radiodifusión de 625 líneas de 720 por 288 píxeles por campo, que se ha codificado en MPEG a una velocidad de entre 1 Mbits por segundo y 5 Mbits por segundo, y que se puede determinar mediante previa calibración:

$$N=400, K=6, \text{Desviación}=176,486 \tag{4-1}$$

Tabla 1 Parámetros de integración para vídeo de radiodifusión de 625 líneas.

K	Nombre de parámetro	W	Mnk
0	TextDeg	-0,68	1,0
1	PySnr(3,3)	-0,57	1,0
2	Edif	58913,294	1,0
3	YPSNR	-0,928	1,0

Mientras que los valores de ponderación para el vídeo de 525 líneas son:

Tabla 2 Parámetros de integración para vídeo de radiodifusión de 525 líneas.

K	Nombre de parámetro	W
0	TextureDeg	+0,043
1	PySNR(3,3)	-2,118
2	EDif	+60865,164

Los valores precisos de los diversos factores de ponderación se determinan de antemano mediante calibración, tal como se describe. Por otra parte, cada conjunto de parámetros de integración se almacena, dentro de la fase de integración 4, en tablas de consulta o similares.

Después de seleccionar el tipo de vídeo y establecer los parámetros de integración de las tablas de consulta almacenadas, en la etapa 13.6, se inicia un bucle de procesamiento para procesar cada tipo de parámetro de integración *k* dentro de los valores de 0 a *K*-1, en el que cada parámetro (*k*) es un parámetro particular de los recibidos desde los diversos analizadores o el módulo de correspondencia. Dentro del bucle de procesamiento, en la etapa 13.8, se calcula primero un promedio ponderado en el tiempo *AvD(k)* de los valores de los parámetros, según:

$$AvD(k) = (1/N) * \left(\sum_{n=0}^{N-1} D(k, n)^{mnk} \right)^{1/mnk}$$

(13-1)

donde *n* es el número de campos, *D(k, n)* es el *n*-ésimo campo del *k*-ésimo parámetro de detección, y *mnk* es un factor de ponderación de Minkowski. A continuación, en la etapa 13.10, el valor medio ponderado en el tiempo *AvD(k)* se multiplica por el factor de ponderación adecuado *w(k)*, y el producto se almacena. El factor de ponderación adecuado *w(k)* se obtiene de la tabla de consulta adecuada para el tipo de vídeo almacenado en la fase

de integración 4.

5 En la etapa 13.12, se realiza una evaluación para determinar si se han procesado o no todos los parámetros de integración (k) y, de no ser así, el bucle de procesamiento de la etapa 13.6 vuelve a empezar y continúa así hasta que se hayan procesado todos los parámetros. Una vez que se han procesado todos los parámetros, se dispone de un valor medio debidamente ponderado en el tiempo para cada tipo de parámetro k , y dichos valores se suman entonces unos con otros en la etapa 13.14 y con un valor de desviación, de la siguiente manera:

$$PDMOS = Offset + \sum_{k=0}^{K-1} AvD(k) * W(k)$$

(13-2)

10 para obtener un valor de calidad de un vídeo final $PDMOS$, que se suministra en la etapa 13.16.

15 El valor de calidad de un vídeo $PDMOS$ obtenido puede tener una serie de usos. En particular, este valor se puede utilizar para evaluar la calidad de un servicio de vídeo con objeto de asegurar que la calidad sea la adecuada, o también se puede utilizar para comprobar el rendimiento de los diferentes códecs de vídeo. Además, el valor de calidad de un vídeo se puede utilizar para evaluar el rendimiento de nuevos servicios de vídeo, tales como los servicios de vídeo de banda ancha por Internet.

20 A menos que sea claramente inadmisibles en el contexto, a lo largo de toda la descripción y las reivindicaciones, los términos "comprender", "comprende" y similares deberán interpretarse en sentido inclusivo en lugar de exclusivo o exhaustivo; es decir, en el sentido de "incluir, sin limitarse a".

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de evaluación de la calidad de un vídeo, que comprende las etapas siguientes:

5 generar unos respectivos mapas de bordes para un campo/trama de referencia y un campo/trama de vídeo de prueba;

generar datos relativos a los bordes contenidos dentro de los respectivos mapas de bordes y

10 utilizar los datos generados para producir un valor de medición de la calidad de un vídeo;

en el que la etapa de generación de datos comprende además generar datos relativos a los bordes contenidos dentro de los correspondientes subelementos de campo/trama de los respectivos mapas de bordes;

15 caracterizado porque las etapas de generación de datos comprenden además:

contar los píxeles de borde situados dentro de los subelementos de los campos/tramas de prueba y referencia;

20 determinar los respectivos valores de diferencia entre los respectivos recuentos de los correspondientes subelementos de campo/trama de los campos/tramas de prueba y referencia; y

generar un valor de parámetro de borde en función de los valores de diferencia.

25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de utilización comprende además la integración del valor del parámetro de borde con otros valores de parámetros obtenidos mediante otras técnicas de análisis, para proporcionar el valor de calidad de un vídeo.

30 3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que la etapa de integración comprende la ponderación de los valores de los parámetros conforme a unos valores de ponderación predeterminados, y la suma de los valores ponderados, siendo la suma resultante el valor de calidad de un vídeo.

4. Programa informático o conjunto de programas dispuestos de tal forma que, cuando se ejecutan en un sistema informático, hace(n) que el sistema lleve a cabo el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

35 5. Señal portadora modulada que incorpora datos correspondientes al programa informático o por lo menos a uno de los programas del conjunto de programas según la reivindicación 4.

6. Soporte de almacenamiento legible por ordenador, que almacena un programa informático o por lo menos uno de los programas del conjunto de programas informáticos según la reivindicación 4.

40 7. Sistema de evaluación de la calidad de un vídeo que comprende:

unos medios de generación de mapas de bordes dispuestos, en uso, para generar unos respectivos mapas de bordes para un campo/trama de vídeo de referencia y un campo/trama de vídeo de prueba;

45 unos medios de análisis de mapas de bordes dispuestos, en uso, para generar datos relativos a los bordes contenidos dentro de los respectivos mapas de bordes; y

50 unos medios de determinación del valor de calidad de un vídeo dispuestos, en uso, para utilizar datos generados y producir un valor de medición de la calidad de un vídeo;

en el que los medios de análisis de mapas de bordes están dispuestos además, en uso, para generar datos relativos a los bordes contenidos dentro de los correspondientes subelementos de campo/trama de los respectivos mapas de bordes;

55 caracterizado porque los medios de análisis de mapas de bordes comprenden además:

unos medios de recuento para contar los píxeles de los bordes situados dentro de los subelementos de los campos/tramas de prueba y referencia;

60 unos medios de diferencia para determinar los respectivos valores de diferencia entre los respectivos recuentos de los correspondientes subelementos de campo/trama de los campos/tramas de prueba y referencia; y

65 unos medios de cálculo de parámetros para calcular un valor de parámetro de borde en función de los valores de diferencia.

8. Sistema según la reivindicación 7, que comprende además uno o más medios de análisis dispuestos, respectivamente, en uso, para analizar los campos/tramas de vídeo de referencia y prueba y producir unos respectivos valores de parámetros de análisis relativos a los resultados de los respectivos análisis; en el que los medios de determinación de valores de la calidad de un vídeo comprenden además unos medios de integración para
- 5 integrar el valor de parámetro de borde con los otros valores de parámetros obtenidos a partir de los otros medios de análisis, con el fin de proporcionar el valor de calidad de un vídeo.
9. Sistema según la reivindicación 8, en el que los medios de integración comprenden unos medios de ponderación para ponderar los valores de los parámetros conforme a unos valores de ponderación predeterminados, y un
- 10 sumador para sumar los valores ponderados, siendo la suma resultante el valor de calidad de un vídeo.

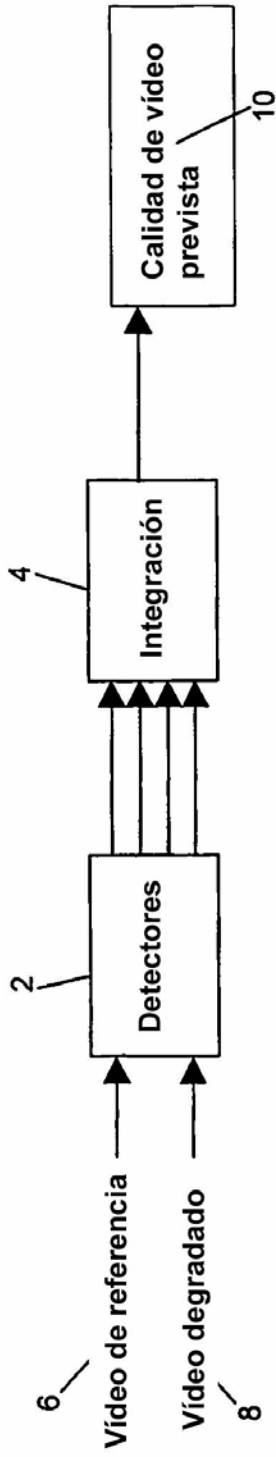


Figura 1

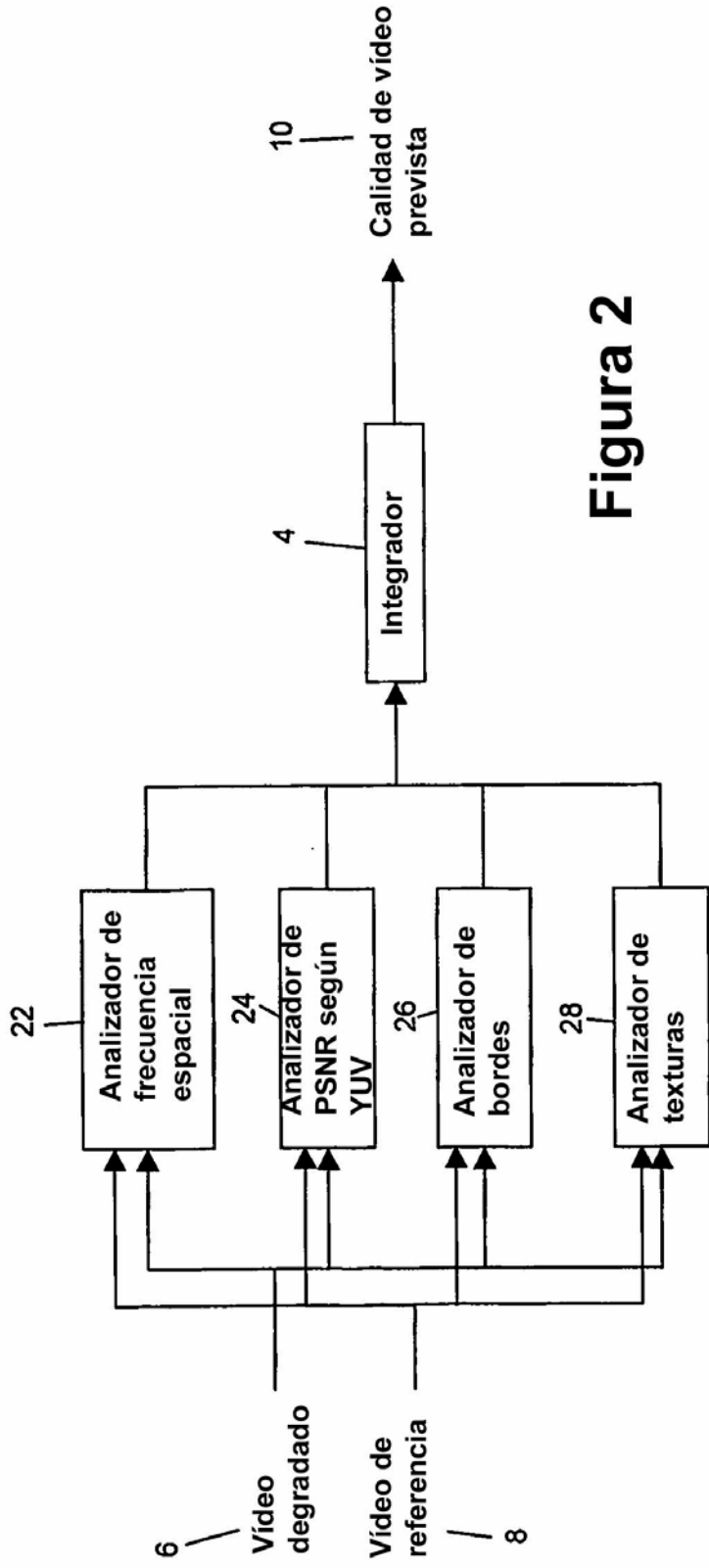


Figura 2

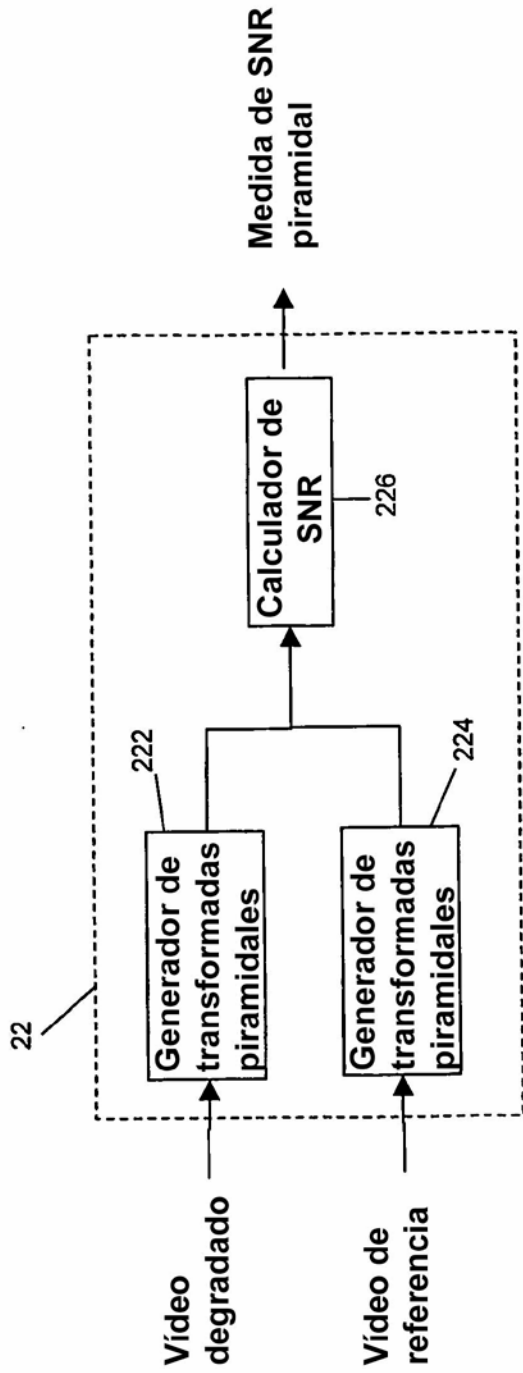
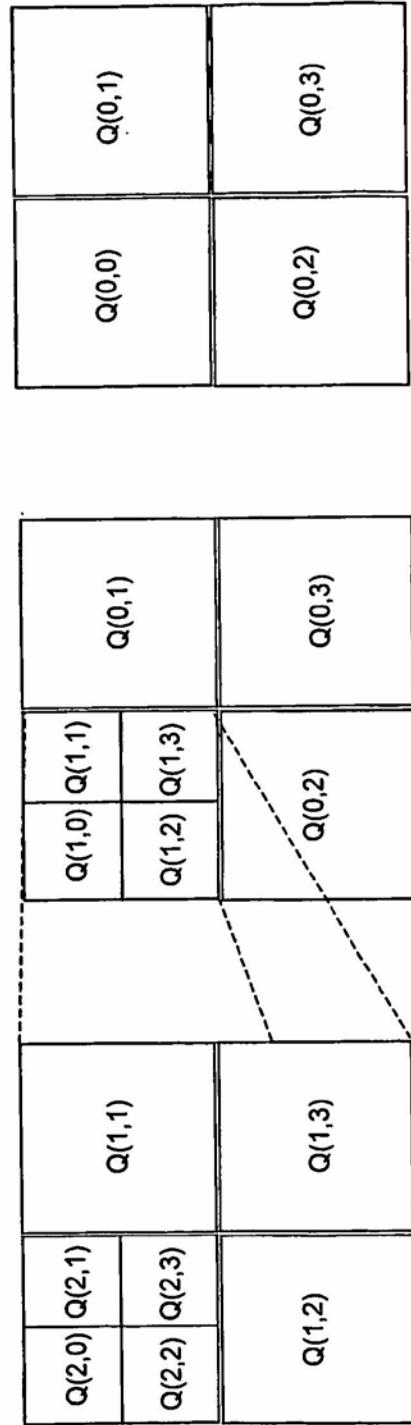


Figura 3



(a)

(b)

(c)

Figura 4

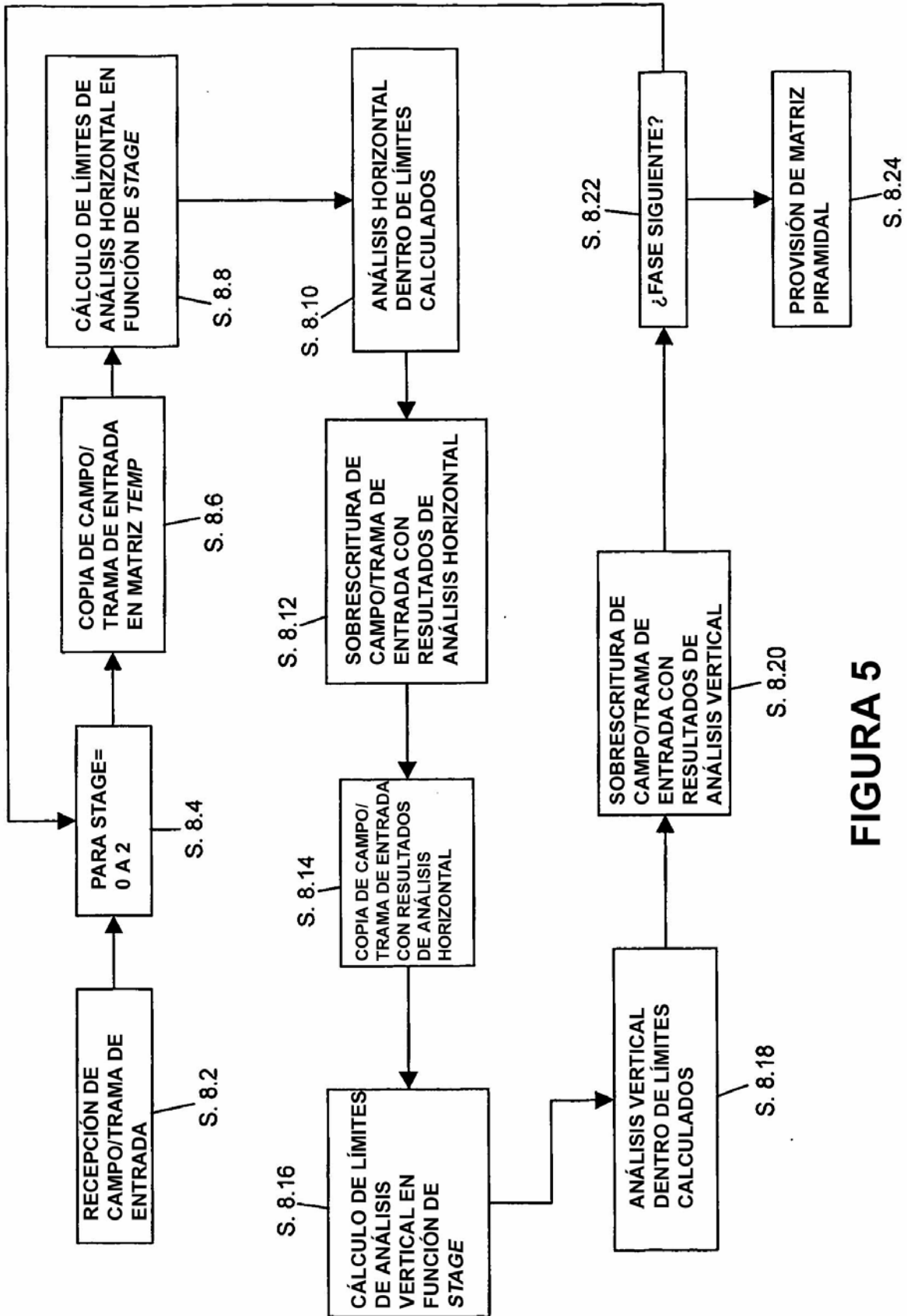


FIGURA 5

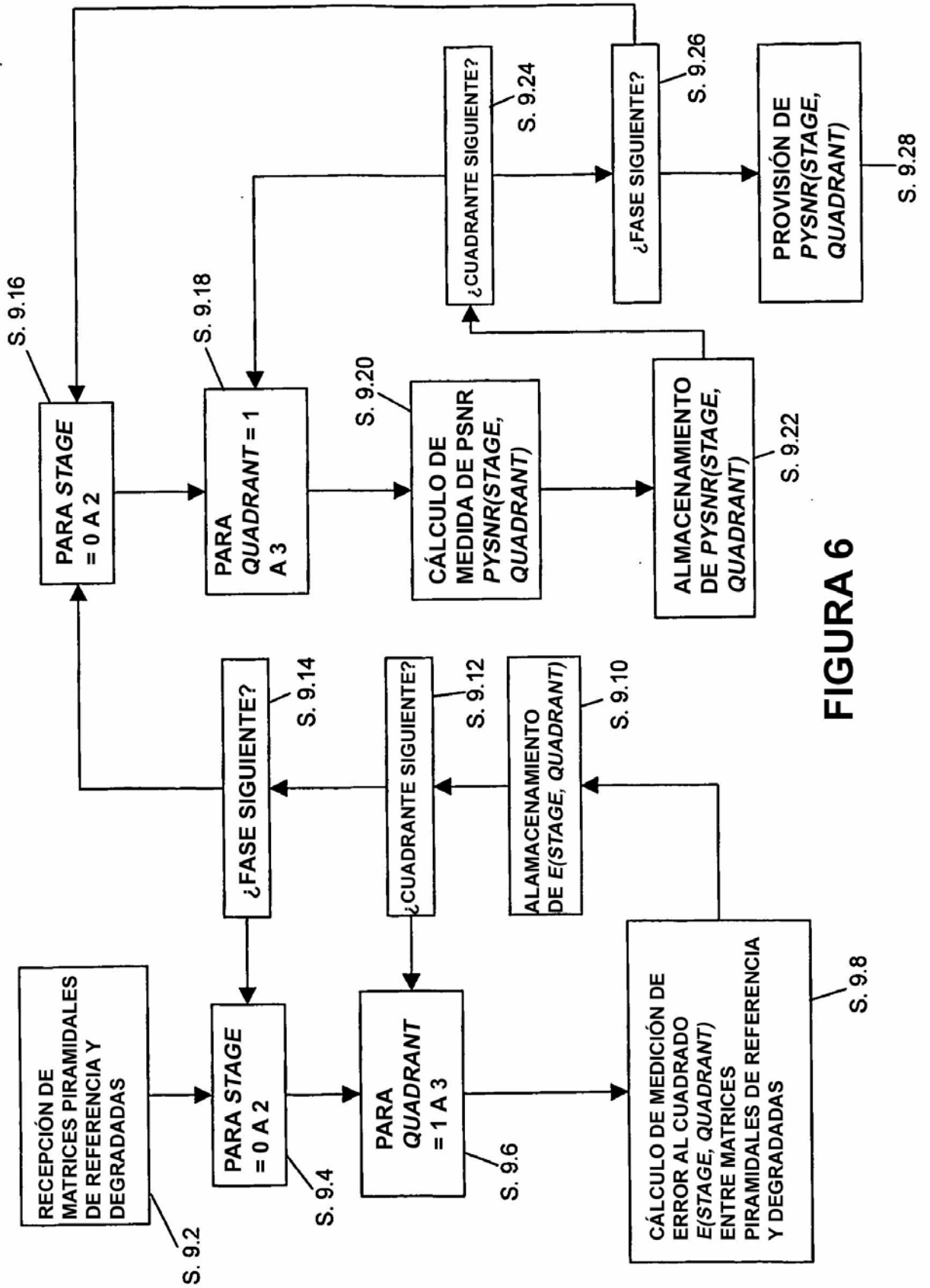


FIGURA 6

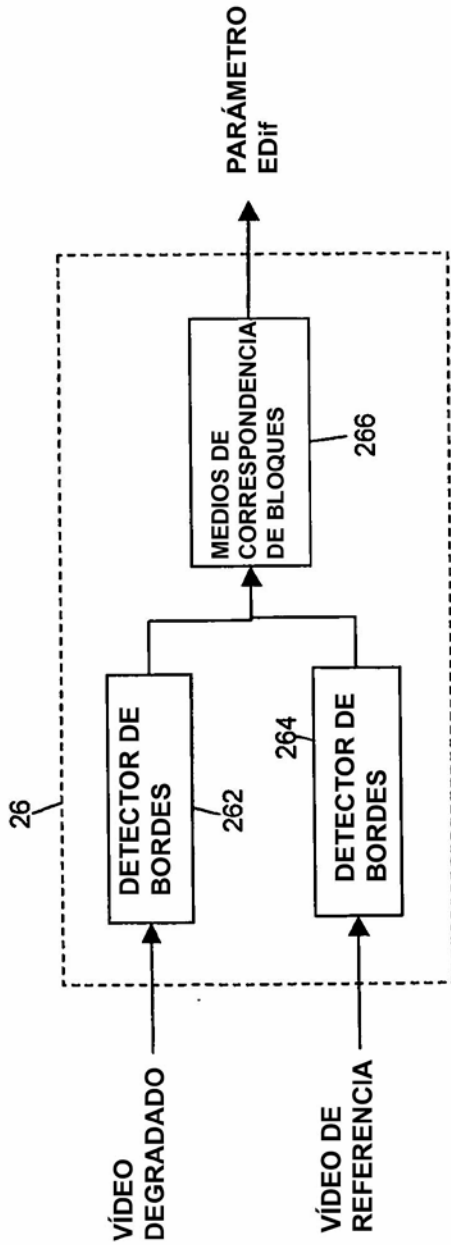


FIGURA 7

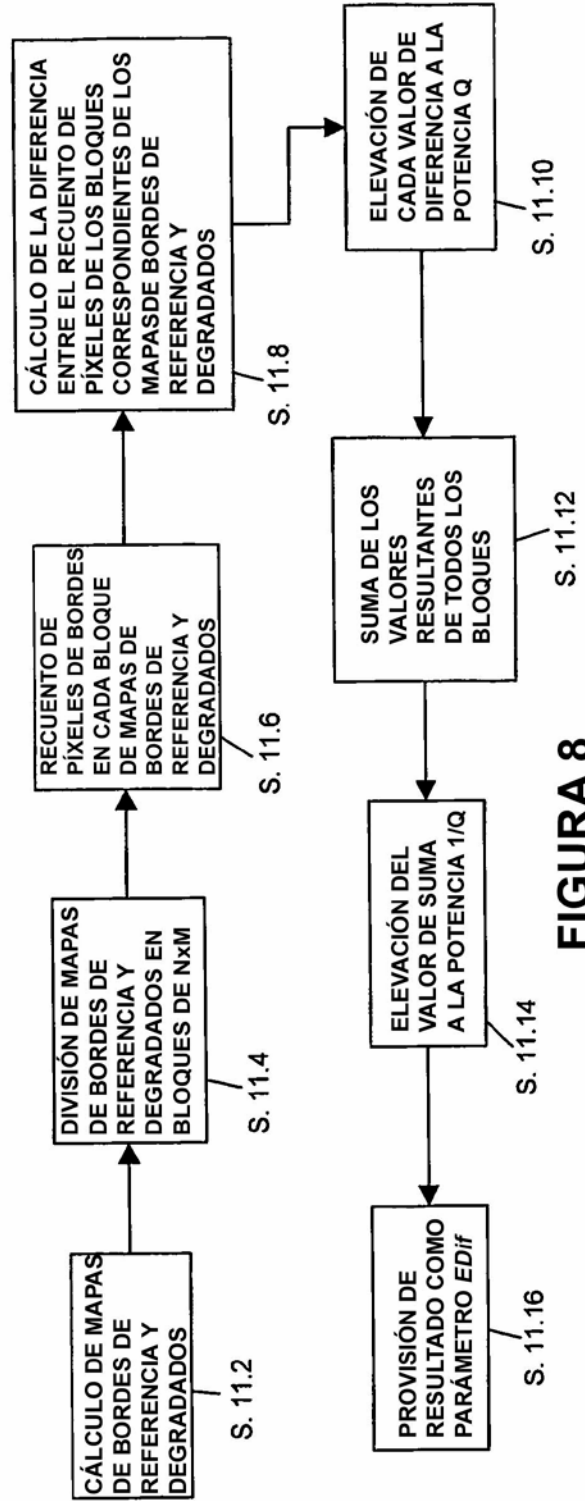


FIGURA 8

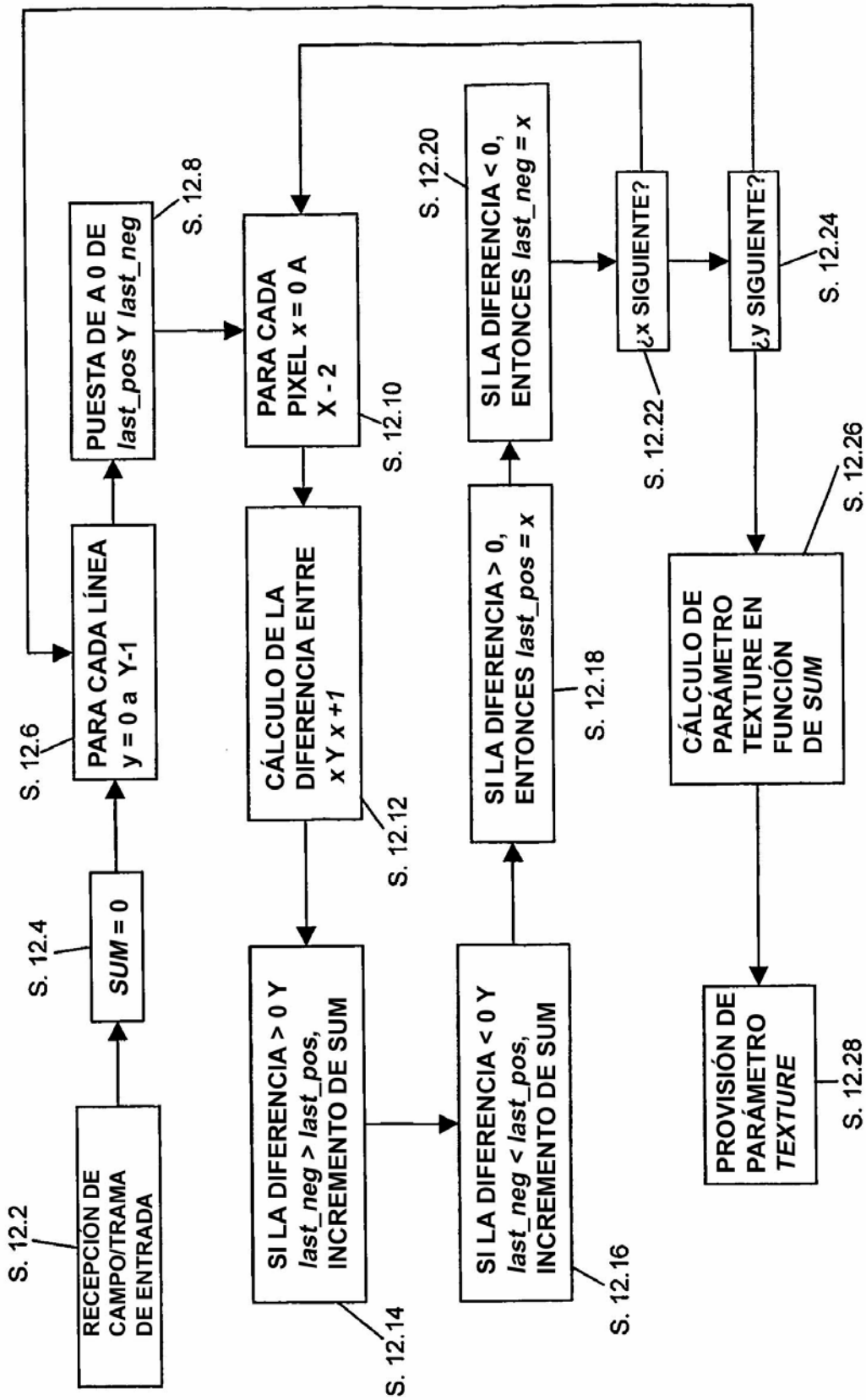


FIGURA 9

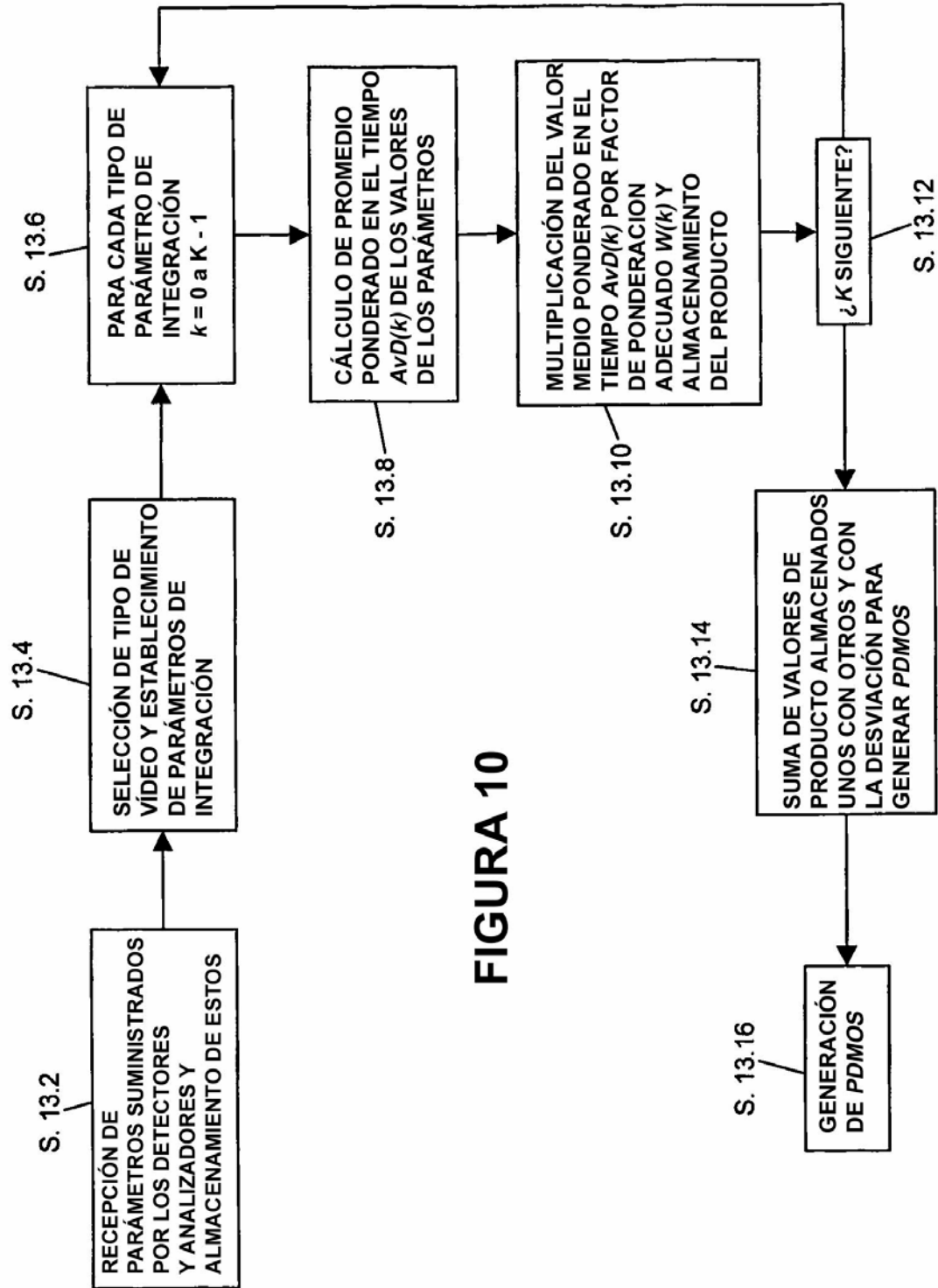


FIGURA 10

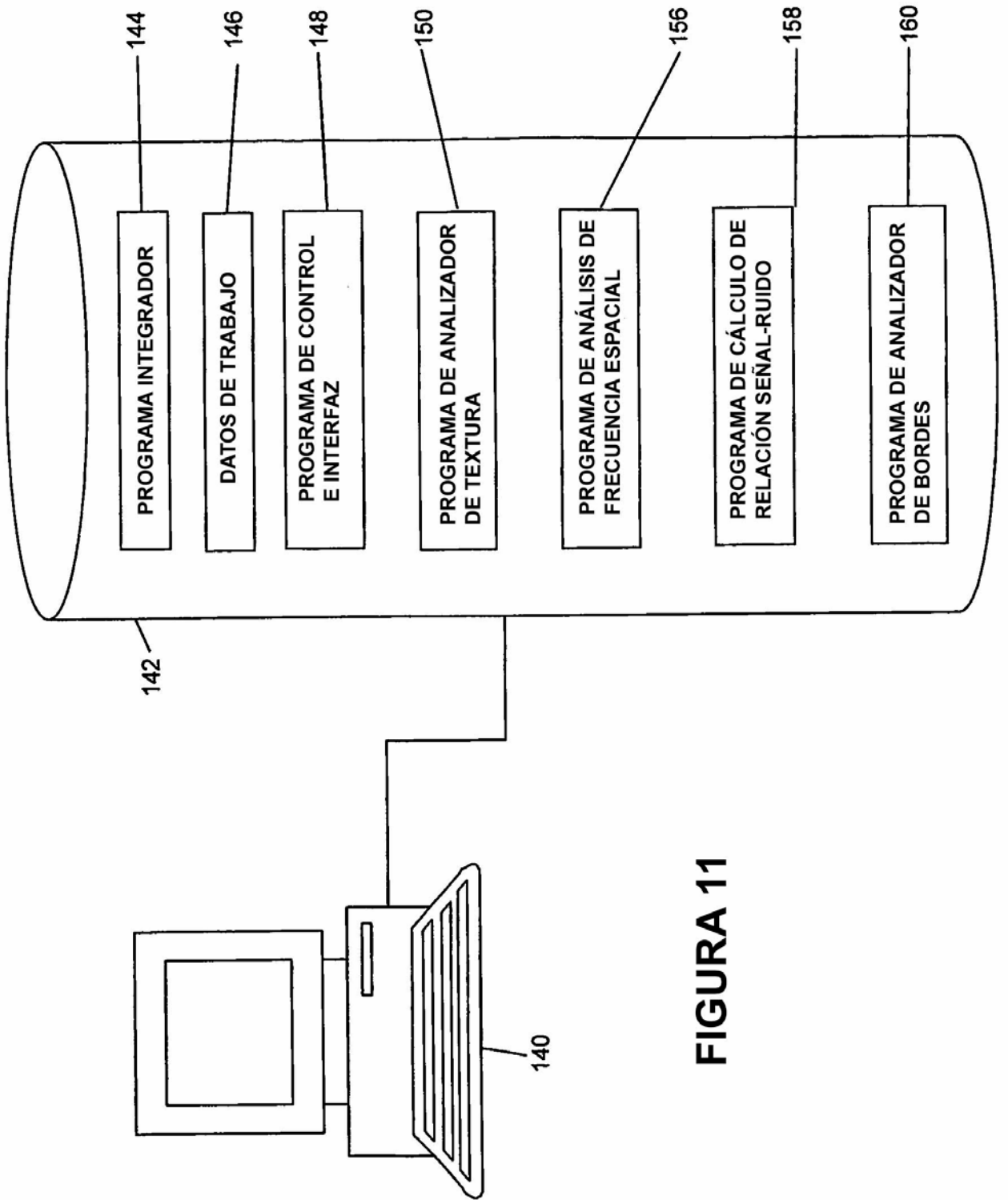


FIGURA 11