

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 195**

51 Int. Cl.:

**G06T 5/40** (2006.01)

G06T 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2011 E 11156605 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2012 EP 2372638**

54 Título: **Procedimiento para estiramiento en blanco y negro para extensión del rango dinámico**

30 Prioridad:

**04.03.2010 TR 201001660**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.03.2013**

73 Titular/es:

**VESTEL ELEKTRONIK SANAYI VE TICARET A.S.  
(100.0%)  
Organize Sanayi Bölgesi  
45030 Manisa, TR**

72 Inventor/es:

**CIGLA, CEVAHIR**

74 Agente/Representante:

**ARPE FERNÁNDEZ, Manuel**

ES 2 399 195 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para estiramiento en blanco y negro para extensión del rango dinámico.

5 Campo de la invención

**[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento para estiramiento en blanco y negro (BWS) de los valores de intensidad para aumentar el rango dinámico de una señal de video de entrada.

10 Técnica anterior

**[0002]** El contenido de entrada de los receptores de TV tiene comúnmente un rango dinámico reducido; falta de negro puro o falta de píxeles brillantes puros. Esta situación hace que el usuario perciba un bajo contraste de una imagen en la pantalla. Por tanto, el estrecho rango dinámico deber ser ampliado. Para ampliar el rango dinámico se utiliza generalmente estiramiento de negro debido a su redimiendo para una sensación de alto contraste. Sin embargo, la sola utilización de estiramiento de negro no es suficiente para ampliar el rango dinámico. Por tanto, se debería llevar a cado estiramiento de blanco y negro.

**[0003]** En la solicitud de patente GB 2425670 A se describe un método y un aparato para procesar una señal de video de entrada para llevar a cabo una falta de estiramiento de acuerdo con la distribución de luminancia. En dicho documento, se recibe una señal de video y se forma un histograma de luminancia para detectar la frecuencia de cada una de una pluralidad de luminancias con una luminancia igual o más baja que un umbral de luminancia predeterminado por una unidad de detección de características de luminancia. Después, se realiza un proceso de estiramiento de negro para una señal de luminancia con una luminancia igual o más baja que el nivel de luminancia predeterminado mediante la unidad de procesamiento de estiramiento de negro. La cantidad de estiramiento de negro es calculada para cada una de las áreas de luminancia detectadas. Como se menciona en el documento GB 2425670 A, solo se lleva a cabo estiramiento de negro para ampliar el rango dinamito. Además, la detección de la resistencia a estiramiento en el documento GB 2425670 A solo depende de la frecuencia de ciertos niveles de oscuridad (indicando el total de píxeles para aquellos niveles de intensidad) y su tamaño relativo con respecto a varios umbrales predeterminados por el usuario. Además, en el documento GB 2425670 A, la información de resistencia es utilizada a fin de detectar el punto final de la región de resistencia y aplicar un mapeado lineal desde el punto inicial hasta el punto final determinado. Además, en el documento GB 2425670 A, los umbrales se utilizan para determinar si el correspondiente nivel de intensidad tiene suficiente número de píxeles de tal manera que es requerido menos estiramiento.

**[0004]** Puesto que para la ampliación del rango dinámico se requiere el estiramiento de ambos, negro y blanco, deben considerarse dos cuestiones críticas: El rango de estiramiento indicando los niveles de intensidad que son estirados y la resistencia a estirado, indicando la cantidad de mejora. Estos parámetros cambian para cada señal de video dependiendo de las características de histograma. Por tanto, el algoritmo de estiramiento, que se utiliza para la ampliación del rango dinámico debe manejar las variaciones en el histograma y determinar los valores óptimos. Por tanto, el histograma juega un papel importante en los algoritmos de estiramiento. Además la mayoría de los algoritmos BWS proporcionan mapeado lineal entre las regiones de blanco y negro detectadas. Dichos mapeados lineales resultan en recortes de los niveles más oscuros (más claros) de la señal de video y en falsos contornos, en tanto que la ganancia (o pendiente) de la función lineal sea alta. De esta manera, debería utilizarse una estructura de curva en lugar de un mapeado lineal para eliminar posibles recortes y falsos contornos. Durante el mapeado lineal, se determina el nivel de mapeado del nivel mínimo (máximo) en la trama y se encaja una línea entre este nivel y el nivel inicial determinado. Esta aproximación es también problemática, cuando el nivel mínimo (máximo) es el límite natural inferior (superior) "0" ("250"), no se puede aplicar estiramiento de negro (blanco) como se ilustra en la figura 1. Desde este punto de vista, un mapeado lineal no puede proporcionar estiramiento de negro (blanco) cuando el nivele mínimo (máximo) es "0" ("255") y el total de píxeles oscuros (brillantes) es bajo, que es un caso no deseado. En su lugar, el método BWS debe considerar niveles medios además de los niveles mínimos y máximos para aumentar el contraste.

**[0005]** En otra solicitud de patente US 2006/239581 A1, se describe un contraste de estiramiento basado en una distribución de valores de luminiscencia para una imagen de entrada y una distribución de valores de luminiscencia para una señal de salida deseada. En la mencionada solicitud, el estiramiento de blanco y negro es llevado a cabo por un operador lineal (o no lineal) cuya ganancia depende del nivel mínimo, máximo y medio (involucrando el 50% de los píxeles del nivel mínimo) de la trama. El nivel existente mínimo de la trama es mapeado a un determinado límite inferior al nivel mínimo por medio de un mapeado inicial de un determinado nivel medio del histograma de trama. Se realiza una operación similar para el nivel máximo mediante el mapeado a un límite superior que el nivel máximo. Los límites inferior y superior son determinados examinando el rango dinámico existente, que también determina la resistencia a estiramiento. El algoritmo compara los niveles máximos y mínimos e interpreta las propiedades de la trama tales como el grado de oscuridad, luminancia y el número de píxeles localizados en las regiones oscuras y brillantes. De acuerdo con esta información se realiza un estiramiento adaptado, proporcionando un estiramiento de negro más intenso y un estiramiento de blanco más débil para las tramas más luminosas y vice-versa para las más oscuras. En dicha solicitud, los algoritmos BWS proporcionan una función de mapeado que incluye algunos puntos de corte (los puntos donde los mapeados lineales se inician o finalizan) en los cuales se interrumpe su continuidad. Dichas funciones de mapeado discontinuo puede resultar en contornos falso en las tramas mejoradas cuando el estiramiento BWS es elevado. Este fenómeno se observa especialmente en tramas que

tienen rangos dinámicos muy reducidos, y con las transiciones adicionales bruscas sobre los puntos de corte se puede perturbar la comodidad de visión. En la técnica anterior, no se encuentra el estudio de la recuperación de posibles contornos falsos durante el estiramiento BWS que es un asunto vital para la mejora de la calidad.

5 **[0006]** Otro documento US 6148103, describe un método para ajustar el contraste en imágenes de televisión y otras  
 10 secuencias de imágenes naturales. En dicho método, las imágenes de la secuencia de imágenes son reunidas en  
 histogramas que son procesados, en cierta manera para mejorar el contraste en las imágenes, donde después son  
 formadas funciones de mapeado a partir de los histogramas procesados, y los niveles de los píxeles de las  
 imágenes en las secuencia de imagen son después alteradas a partir de dichas funciones de mapeado. Los  
 15 histogramas son procesados de tal manera que, de cada clase donde, la magnitud de los valores superan un límite  
 predeterminado dado, son limitados todos los valores que superan dicho límite, que son luego redistribuidos en los  
 histogramas, a las clases más próximas a la clase bajo observación. La ponderación de la distribución que controla  
 la redistribución de los valores límite, varían de forma ventajosa de acuerdo con la clase bajo observación, de tal  
 manera que cerca del final del valor inferior del histograma, los valores son redistribuidos principalmente a clases  
 20 con valores superiores que en la clase bajo observación y cerca del final del valor superior del histograma, los  
 valores límite son redistribuidos principalmente a clases con valores inferiores que en la clase bajo observación. Sin  
 embargo, en el documento US 6148103, los umbrales (valores límite) son utilizados para determinar los niveles de  
 intensidad que tengan un inmenso número de píxeles y para los que se requiere el reparto entre los niveles de  
 intensidad próximos.

**[0007]** En el documento de patente US 6782137 B1, se revela una técnica para mejorar imágenes de píxeles  
 25 discretos de acuerdo con un rango dinámico deseado, tales como el rango dinámico de un visor de imagen digital.  
 La ecualización flexible se realiza primero en los datos de la imagen para reducir las diferencias globales entre los  
 valores superiores e inferiores, mientras que se mantiene la apariencia global de las regiones oscuras y claras de la  
 imagen reconstruida. El aumento del contrastes flexible o mejora, es realizado después en los valores ecualizados  
 para destacar detalles visibles por medio del contraste local mejorado. La mejora del contraste puede incluir un  
 30 mapeado no lineal de una imagen aumentada de frecuencia media en el rango dinámico de un visor de imagen  
 digital.

**[0008]** Otro documento de patente, el US2005/0031200 A1 revela un método y sistema de estiramiento en blanco y  
 negro en donde se calcula el valor medio del histograma y siendo calculada la pendiente del estiramiento de acuerdo  
 con el nivel medio. El sistema calcula además una relación de cambio mediante la comparación del histograma de  
 trama actual y la trama precedente, y dichas pendientes son ajustadas de acuerdo con la relación de cambio. El  
 35 sistema y método del documento US2005/0031200 A1, toma en consideración el efecto de parpadeo y lo reduce. Sin  
 embargo, el sistema revelado aquí adolece de la falta de un cálculo de la pendiente y puede llevar a percepciones  
 erróneas.

**[0009]** Aparte de los métodos descritos, en algunos otros métodos, la región límite blanca, negra y la mejora de la  
 40 resistencia, son introducidas manualmente, que son realmente los parámetros que deberían ser determinados de  
 manera flexible de acuerdo con las características del histograma de trama.

**[0010]** Además, en la mayoría de los métodos, el valor medio es utilizado para determinar las regiones de  
 estiramiento BW y la resistencia. Sin embargo, esta aproximación puede proporcionar mejoras erróneas (debidas a  
 45 determinaciones de límites erróneas como se ilustra en la figura 2) en tanto que haya niveles de intensidad que  
 impliquen un elevado número de píxeles, que afecta directamente a los niveles medios. En la técnica anterior más  
 próxima, en lugar de nivel medio, se utiliza el nivel intermedio que es el nivel que incluye el 50% de los píxeles de  
 una trama que se inicia a partir del nivel mínimo. Esta aproximación divide el histograma en dos regiones iguales  
 que tienen el mismo número de píxeles y tiene similares desventajas para histogramas escasamente distribuidos  
 como en el caso de nivel medio. Además, en tanto que el nivel mínimo y máximo sean "0" y "1024" (para los casos  
 50 de 10 bits) no habrá estiramiento que prevenga aumentar el contraste dinámico. Por tanto, durante el BWS el rango  
 dinámico no debería ser solo limitado, en su lugar, la distribución de píxeles sobre los niveles intermedios debería  
 ser también considerada para alcanzar mejoras visibles.

#### Breve descripción de la invención

50 **[0011]** Mediante la consideración de los problemas descritos en el estado de la técnica anterior, la presente  
 invención se refiere un nuevo y robusto proceso para estiramiento en blanco y negro (BWS) de valores de intensidad  
 para aumentar el rango dinámico de una señal de video de entrada para una alta percepción de contraste. Dicho  
 proceso comprende ocho etapas. En la primera etapa se calcula un histograma acumulativo modificado de la trama  
 55 de entrada. Posteriormente, se determina el rango dinámico de la señal de video de entrada. Después del cálculo  
 del rango dinámico, se determina la región de estiramiento de acuerdo con los niveles mínimos y medios de la  
 trama. En la cuarta etapa se calcula la resistencia de estiramiento de negro (BS). Posteriormente, se calcula la  
 resistencia de estiramiento de blanco. Después del cálculo de la resistencia del BS y WS, la función de mapeado es  
 modificada dentro de los límites de estiramiento mediante una curva predeterminada. En la séptima etapa se aplica  
 60 un filtro de promediado espacial (filtro paso bajo) la función de mapeado modificada para eliminar los contornos  
 falsos. Después de la séptima etapa se obtiene la función de mapeado final. En la octava etapa a la función de  
 mapeado es aplicado un filtro de promediado temporal (filtro IIR) para eliminar los efectos de parpadeo entre tramas  
 consecutivas debidos a pequeñas variaciones en los parámetros del estiramiento de negro y blanco (BWS)

65 Objeto de la invención

**[0012]** El objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento robusto para estiramiento en negro y blanco (BWS) de los valores de intensidad para aumentar el rango dinámico de una señal de video de entrada para alta percepción de contraste.

5 **[0013]** Otro objeto de la presente invención es eliminar las mejoras erróneas debido a determinación errónea de límites.

**[0014]** Otro objeto de la presente invención es eliminar los falsos contornos que se producen en los procesos de ampliación del rango dinámico.

**[0015]** Otro objeto de la presente invención es prevenir recortes en los niveles de oscuridad y luminancia del la señal de video utilizando estructura de curva.

10

Breve descripción de los dibujos

**[0016]**

Figura 1: Muestra una solicitud del estado de la técnica anterior que utiliza una función lineal.

15 Figura 2: Muestra una solicitud del estado de la técnica anterior que utiliza nivel medio para determinar las regiones de estiramiento y resistencia de blanco y negro

Figura 3: Muestra el diagrama de flujo de la presente invención.

Figura 4: Muestra el cálculo de histograma acumulativo a través de regiones de "ancho de 32 niveles"

20 Figura 5: Muestra un nivel máximo y mínimo y región de detección de estiramiento de negro a partir un histograma de trama.

Figura 6: Muestra la función de supresión para escala de negro basada en las diferencia de margen de blanco y negro.

Figura 7: Muestra la función de supresión para escala total basada en el número de píxeles negros.

25 Figura 8: Muestra la función de supresión para estiramiento de blanco dependiendo de la escala de estiramiento de negro.

Figura 9: Muestra la función de supresión para estiramiento de blanco dependiendo del nivel medio de la trama

Figura 10: Muestra la función de mapeado modificada, utilizada para estiramiento de negro y blanco.

Figura 11: Muestra el efecto del parámetro escalado en la curva de modificación.

30 Figura 12: Muestra la estructura de la curva de modificación para la compensación de estiramiento de negro y blanco.

Figura 13: Muestra el efecto del filtro de promediado en la función modificada de mapeado.

Figura 14: Muestra el coeficiente de filtro temporal dependiendo del cambio de histograma entre tramas consecutivas.

35 Descripción detallada de la invención

**[0017]** El estiramiento en blanco y negro (BWS) de los valores de intensidad de una señal de entrada de video para aumentar el rango dinámico de la mencionada señal de video para una percepción elevada del contraste es un procedimiento general en el estado de la técnica anterior. Para este propósito, en la técnica anterior se han

40 desarrollado y descrito diversos procedimientos. Sin embargo, los procedimientos descritos tienen deficiencias como se indica en el estado de la técnica anterior.

**[0018]** Para comenzar, debe mencionarse que para lograr un algoritmo BWS exitoso se debe llevar a cabo la detección de dos parámetros; los límites de región BWS y la resistencia de BWS. Mediante la consideración de estos dos parámetros el presente procedimiento describe un algoritmo BWS que consta de las siguientes etapas:

45 -detección del rango dinámico del histograma de trama mediante la averiguación los valores existentes mínimos y máximos;

-cálculo del valor medio para determinar los niveles de estiramiento iniciales;

-cálculo de la resistencia de estiramiento de acuerdo con la distribución del histograma para ambas regiones de negro y blanco de forma dependiente.

50 **[0019]** Después de las etapas anteriormente indicadas, puede producirse aumento o disminución de la nitidez en los contornos de la trama mejorada. Para eliminar aumento o disminución de la nitidez, el mapeado es suavizado mediante un filtro paso bajo de orden superior sin cambiar los puntos finales. Finalmente, la función de mapeado determinada, es ponderada con las funciones de mapeado de tramas previas, para eliminar posibles efectos de parpadeo debido a pequeños cambios en tramas consecutivas. Cada etapa es explicada en detalle en las siguientes

55 secciones.

**[0020]** En la figura 3 se ofrece una representación detallada de las etapas anteriormente mencionadas. El algoritmo mencionado en la figura 3 comienza con el histograma de la correspondiente trama, luego detecta el rango dinámico de la señal de video de entrada que comprende tramas consecutivas, mediante la determinación de unos valores existentes mínimos y máximos. La detección del rango dinámico (DRD) es una etapa muy importante ya que toda la

60 lógica y las operaciones detrás del algoritmo BWS dependen del rango dinámico extraído. Por tanto, el procedimiento DRD debe ser robusto contra el ruido en la señal y proporcionar resultados bajo pequeños cambios en el histograma de trama para obtener mejoras BWS, exentas de parpadeo para señales de video con pequeñas fluctuaciones, para casos de subtítulos o cualquier tipo de aparición de texto. De esta manera, los niveles de intensidad máximos y mínimos de la señal de entrada son determinados mediante la aplicación de umbrales en

65 histogramas acumulativos que es la versión modificada del histograma tradicional. Un histograma de una trama está construido contando los niveles existentes y rellenando el correspondiente intervalo del histograma con el número

determinado. En el caso de este estudio se obtiene un histograma con 1024 intervalos en relación a representaciones en 10 bits. Esta forma de histograma es susceptible de fluctuaciones en la trama, por tanto se obtiene una versión modificada, acumulando anchos de intervalo de “32 niveles” como se ilustra en la figura 4. Los valores mínimos y máximos son luego determinados, detectando los valores de intensidad existentes mínimos y máximos que involucran un número de píxeles superior a un umbral predefinido. El valor de éxito para dicho umbral es de alrededor de 0,4% de total de píxeles de la trama. Los límites del histograma, determinan el rango dinámico de una señal de video y cuando el rango dinámico se hace mayor, la percepción del contraste también se aumenta.

**[0021]** Un vez encontrados los niveles mínimos y máximos, las regiones de estiramiento de negro y blanco son determinadas fijando el nivel entre el valor medio y mínimo para el negro y el nivel máximo para el blanco, mediante una relación especificada, como se muestra en la figura 5, que se refiere la etapa tercera del algoritmo dado en la figura 3. El nivel mínimo es asignado al nivel inicial de la región de estiramiento de negro y el máximo nivel es asignado al nivel final de la región de blanco. Por tanto, el nivel final de negro se averigua por,

$$\text{Nivel\_final\_negro} = \text{Media-relación\_negro} * (\text{Media-Mín})$$

donde “Nivel\_final\_negro” representa dicho nivel final de negro, media representa la media calculada del histograma de trama, “relación\_negro” es un número flotante que describe un porcentaje de la trama al que se aplica el procedimiento de estiramiento de negro, y Mín representa un valor de intensidad existente mínima y el nivel inicial de blanco se averigua por;

$$\text{Nivel\_inicial\_blanco} = \text{Media-relación\_blanco} * (\text{Media-Máx})$$

donde “Nivel\_final\_blanco” representa dicho nivel final de blanco, media representa la media calculada del histograma de trama, “relación\_blanco” es un número flotante que indica un porcentaje de la trama al que se aplica el procedimiento de estiramiento de blanco, y Máx representa un valor de intensidad existente máximo.

Dichas relaciones describen el porcentaje de la trama al que se aplica el algoritmo BWS. Por ejemplo, seleccionando la relación “1”, el algoritmo BWS se aplica al total de la trama de entrada. En tanto aumenta la relación el ancho de la región de estiramiento de negro y blanco se reduce. Para trabajar solo en regiones oscuras o brillantes de la trama de entrada, la relación se ajusta a 0,2 para aplicar el BWS a una región considerablemente alta. Finalmente, los límites de la región BWS se ajustan a [0, nivel\_final\_negro] y [nivel\_final\_blanco, 1024]. Por tanto, la mejora puede ser lograda para niveles de intensidad por debajo del nivel mínimo y por encima del nivel máximo, que involucra menor número de píxeles, sin ningún recorte y pérdida de detalles. Esta aproximación permite la mejora incluso cuando el valor máximo es “1024” y el valor mínimo es “0”, lo cual no se encuentra descrito en la técnica anterior.

**[0022]** Después de la determinación de la región de estiramiento, se debe decidir la resistencia de estiramiento de negro y la resistencia de estiramiento de blanco. Ya que, la resistencia de negro y de blanco determina la cantidad de estiramiento hacia niveles de negro y blanco respectivamente, la resistencia de negro y blanco deben ser controlada de forma adaptable de acuerdo con las características del histograma de trama. Si la trama involucra un número grande de píxeles negro tales como escenas de noche, la resistencia de negro debe ser menor, incluso cero, sin embargo si la trama adolece de falta de niveles de negro entonces la resistencia de estiramiento debe ser fuerte para así aumentar el contraste proporcionando niveles más oscuros. Además, si la trama adolece de falta de niveles de blanco entonces la resistencia de estiramiento debe ser fuerte para así aumentar el contraste proporcionando niveles más luminosos. Para controlar estos casos y controlar la resistencia del negro, se utilizan dos funciones de supresión como se indica en la figura 6 y figura 7; y para controlar la resistencia de blanco se utilizan tres funciones de supresión como se indica en la figura 7, figura 8 y figura 9.

**[0023]** Para calcular la resistencia del estiramiento en negro (BS) al que se refiere la etapa cuarta del diagrama de flujo dado en la figura 3, se detectan los márgenes de negro y blanco, donde el margen negro es obviamente averiguado diferenciando dicho valor de intensidad existente mínimo y el valor mínimo posible del histograma (que es 0 para la realización dada) y el margen blanco es averiguado, diferenciando dicho valor de intensidad existente máximo y un valor máximo posible del histograma (que es 1024 para una invención dada), como se indica en la figura 5, se lleva a cabo una comparación entre los niveles oscuros y luminosos de la trama que representa la primera función relacionada con el rango dinámico de la señal de video. Si el histograma de trama se sitúa cerca del límite superior (1024) y lejos del límite inferior (0) del rango de procesamiento, entonces se deberá realizar un BS más elevado; en tanto el histograma se desplaza hacia el límite inferior la resistencia BS decrece. Esta propiedad es configurada midiendo la diferencia entre los márgenes negro y blanco, y aplicando la primera función de supresión lineal por tramos que relaciona de forma inversa la resistencia a estiramiento del negro con la diferencia entre los márgenes de negro y blanco como en la figura 6 para determinar la escala de negro. La otra etapa para el cálculo del estiramiento de negro (BS) depende del número de píxeles de negro puro en la trama. Los dos primeros intervalos del histograma modificado (correspondiente a los 64 primeros intervalos del histograma actual) son sumados para medir la cantidad de píxeles de negro puro en la trama. En tanto la relación de esta suma y el total del número de píxeles en la trama aumente, se podrá concluir que la trama incluye un número alto de píxeles negro, y viceversa. Por tanto, se utiliza una segunda función de supresión decreciente de forma inversa, que se refiere de forma inversa a la resistencia de estiramiento de negro a la mencionada ratio para obtener un parámetro de escala basado en la “escala total” de negro puro total como se indica en la figura 7. Finalmente la resistencia de estiramiento de negro se obtiene, multiplicando la escala de negro y la escala total determinada a través de dos diferentes funciones de supresión modeladas en dos diferentes casos.

**[0024]** Después del cálculo de resistencia de estiramiento de negro, se toma en cuenta el cálculo de la resistencia de estiramiento de blanco (WS), que es la quinta etapa de la figura 3. En el cálculo de la resistencia de WS, se utiliza una tercera función de supresión lineal por tramos que se ofrece en la figura 8. Si el BS es fuerte se deberá a llevar a cabo menos WS ya que BS está conectado a WS a través la relación de rango dinámico dado en la figura 5.

5 Si la trama requiere un WS fuerte, entonces el coeficiente BS decrecerá por la función dada en la figura 5. El número de píxeles luminosos puros afecta a la resistencia WS de tal forma, que si el número de píxeles luminosos puros es alto, se requiere menor WS y viceversa. Para este propósito, la segunda función de supresión que determina el número de píxeles luminosos puros se ofrece en la figura 3.

10 El número de píxeles luminosos puros es determinado sumando los dos últimos intervalos del histograma modificado (correspondientes a los 64 últimos intervalos del histograma original con 1024 intervalos) y una escala total se calcula mediante la función dada en la figura 7. El WS es más sensible en términos de recorte o pérdida de detalles ya que la percepción humana para la diferencia de intensidad de contraste decrece en tanto la luminancia aumente, a saber, la percepción de diferencia mínima crece con luminancia. Para obtener una trama con contraste alto con píxeles blancos puros, en las tramas negras la mejora debería ser más fuerte. Esta característica está controlada por medio del nivel medio de la trama a través de una cuarta función de supresión, que relaciona de forma inversa la resistencia de estiramiento de blanco al valor medio calculado, como se indica en la figura 9. La función dada en la figura 9 proporciona una mejora WS más fuerte en tramas oscuras controlando una escala media. El efecto de la función de supresión media es apreciable solo en tramas oscuras; en tanto las tramas se hacen más luminosas el otro mecanismo de control para WS interviene. La resistencia WS es finalmente determinada multiplicando los resultados de las tres funciones de supresión en la figura 7, figura 8 y figura 9.

15 **[0025]** Incluso después del cálculo de resistencia de BS y WS, la función de mapeado del histograma es modificada lo que se indica en la etapa sexta de la figura 3. Para comenzar, la función de mapeado del histograma puede ser considerada como una función de identidad ( $y=x$ ) o cualquier tipo de mapeado que se obtenga a partir del cualquier proceso de ecualización del histograma. En el presente procedimiento, la presunción de la función de identidad es tomada en consideración para a función de mapeado del histograma. Durante la modificación la no llegada a los niveles oscuros o sobrepasar los niveles de brillo y los recortes entre los niveles medios (niveles alrededor del nivel medio) no deberían ser observados. Por tanto, el estiramiento debería ser el valor mínimo en las regiones límite del estiramiento y deberían ser superiores a los valores medios. Por tanto, las funciones de mapeado indicadas en la figura 10 son utilizadas con la forma explícita dada en las siguientes ecuaciones.

30

$$\text{Curva blanca } (i) = 1536 * (1 - 512/512+i) \quad i=1, \dots, 1024$$

$$\text{Curva negra } (i) = 1024 - 1536 * [1 - 512/512+(1024 - i)] \quad i=1, \dots, 1024$$

35 donde “i” representa un valor de intensidad que se sitúa entre el mencionado nivel inicial de blanco y el valor máximo posible del histograma o entre el citado nivel final de negro y el valor mínimo posible del histograma, “curva blanca (i)” representa el valor de intensidad actualizado de un valor de intensidad situado entre dicho nivel inicial de blanco y el valor máximo posible del histograma y “Curva Negra (i)” representa el valor de intensidad actualizado de un valor de intensidad situado entre dicho nivel final de negro y el valor mínimo posible del histograma.

40 **[0026]** Las curvas negra y blanca son consideradas para ser el mapeado aplicado cuando el factor de escala es “1”. A fin de tener en cuenta el parámetro de escala (resistencia BWS), las curvas negras y blancas son además modificadas por las siguientes ecuaciones y se obtiene la curva de mapeado.

$$\text{Curva blanca } (i) = i + \text{blanco\_estiramiento} * (\text{curva blanca } (i) - i) \quad i=1, \dots, 1024$$

45

$$\text{Curva negra } (i) = i + \text{negro\_estiramiento} * (\text{curva negra } (i) - i) \quad i=1, \dots, 1024$$

50 donde “blanco\_estiramiento” representa la citada resistencia a estiramiento del blanco calculada y “negro\_estiramiento” representa la citada resistencia a estiramiento del negro calculada. En tanto se aumenta el parámetro de escala, las curvaturas de las curvas de negro y blanco también aumentan como se ilustra en la figura 11. Cuando el parámetro de escala es “cero”, a saber, sin BWS, la curva de mapeado es igual al mapeado de identidad.

55 **[0027]** Cuando las curvas de mapeado están incluidas en la función de mapeado del histograma, se obtiene la función de mapeado del histograma para estiramiento de negro y blanco. Por tanto los puntos límite de las regiones de estiramiento detectadas son mapeados hasta el punto final de la curva cartografiada, “0” y “1024” de forma consecutiva. Además, con el fin de evitar saltos en las funciones de mapeado modificadas, el valor máximo de mapeado de la curva de mapeado que corresponde con el valor de mapeado del Nivel\_final\_negro y el valor mínimo de la curva de mapeado que se corresponde con valor de mapeado de Nivel\_inicial\_blanco son fijados a la función de mapeado inicial (función de identidad) evaluada en ese punto.

60 **[0028]** Por último, se obtiene el mapeado modificado como se indica en la figura 12. En tanto la resistencia de BWS se aumente, la diferencia de mapeado entre los niveles próximos alrededor de los puntos de unión, se aumentan el Nivel\_final\_negro y Nivel\_inicial\_blanco. Este hecho puede provocar grandes discontinuidades en la función de mapeado, resultando en falsos contorno y apariencia artificial. Por tanto, se aplica un procedimiento final de

corrección para retirar posibles falsos contornos aplicando un filtro de promediado de orden superior que se inicia como etapa 7 de la figura 3. El filtro de promediado no afecta a las partes suaves tales como los puntos medios en la curva BWS, sin embargo corrige o suaviza los niveles fuera de los límites BWS evitando cambios agudos como se indica en la figura 13.

- 5 **[0029]** Para evitar posibles efectos parpadeantes debido a pequeñas fluctuaciones en las tramas consecutivas que resultan en cambios en los límites de estiramiento de blanco y negro, la etapa final, etapa 8 de la figura 3, incluye una suma ponderada de la función de mapeado determinada con la función de mapeado de la trama previa como se indica en la siguiente ecuación.

10 
$$\text{Mapa\_final} = W_{\text{actual}} * \text{mapa\_actual} + (1 - W_{\text{actual}}) * \text{mapa\_previo}$$

**[0030]** En la ecuación anteriormente indicada  $W_{\text{actual}}$  representa el valor ponderado del filtro IIR que es utilizado para reducir el efecto de parpadeo en la trama de entrada, "mapa\_final" representa la función de mapeado de intensidad calculada para la trama previa, y "mapa\_previo" representa la función de mapeado calculada para la trama previa.

- 15 " $W_{\text{actual}}$ " toma un valor entre 0 y 1, el valor más adecuado de " $W_{\text{actual}}$ " es 1/16.

**[0031]** El cambio en el histograma de trama previa y actual es medido sumando las diferencias absolutas de los intervalos dados en la siguiente ecuación;

20 
$$\text{Cambio\_hist} = \left( \sum_{i=1}^{1024} \text{hist\_actual}(i) - \text{hist\_previo}(i) \right) / \text{tamaño trama}$$

donde "cambio\_trama" representa la citada diferencia de la función de mapeado del histograma, "hist(i)\_actual" representa la función de mapeado del histograma de trama, "hist(i)\_previo" representa la función de mapeado de histograma de trama previa, "i" representa el valor de intensidad, y "tamaño trama" representa el tamaño de la trama

- 25 **[0032]** Si el cambio en el histograma es grande, entonces la ponderación de los histogramas previos tiende a ser menor ya que la trama actual es diferente de la trama previa; sin embargo si las tramas son similares entonces la ponderación del mapeado previo tiende a ser más grande que la ponderación de la trama actual para manejar las fluctuaciones. De esta manera, la ponderación de la trama actual es determinada por la función dada en la figura 14. El filtro aplicado en esta etapa es realmente un filtro de respuesta de impulso infinito cuyos coeficientes cambian temporalmente.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de estiramiento en blanco y negro de valores de intensidad para aumentar el rango dinámico de una señal de video de entrada que comprende tramas consecutivas comprendiendo las etapas siguientes:
- 5 -determinación del histograma de una trama;  
 -detección del rango dinámico del histograma de trama mediante la averiguación de los valores de intensidad existentes mínimos y máximos;  
 - determinación de un margen negro diferenciando el citado valor de intensidad existente mínimo y un valor posible mínimo del histograma;
- 10 - determinación de un margen blanco diferenciando el valor de intensidad existente máximo y un valor posible máximo del histograma;  
 - cálculo del valor medio del histograma de trama;  
 - determinación para el negro de un nivel final de negro que se encuentra entre dicho valor medio calculado y dicho valor de intensidad existente mínimo;
- 15 - determinación para el blanco de un nivel inicial de blanco que se encuentra entre dicho valor medio calculado y dicho valor de intensidad existente máximo;  
 - cálculo de una resistencia a estiramiento de negro por medio de una primera función de supresión lineal por tramos, que relaciona de forma inversa dicha resistencia a estiramiento del negro con la diferencia medida entre los márgenes blanco y negro, y una segunda función de supresión que relaciona de forma inversa la resistencia a estiramiento del negro con la relación del número de píxeles de negro puro y el número total de píxeles de la citada trama;
- 20 - cálculo de una resistencia a estiramiento de blanco por medio de una tercera función de supresión lineal por tramos, que relaciona de forma inversa la resistencia a estiramiento del blanco con la resistencia a estiramiento de negro calculada, la segunda función de supresión que relaciona de forma inversa la resistencia a estiramiento del blanco con la relación del número de píxeles de blanco puro y número total de píxeles de la citada trama, y una cuarta función de supresión lineal por tramos, que relaciona de forma inversa la resistencia a estiramiento de blanco con el valor medio calculado;
- 25 - actualización de la función de mapeado del histograma mediante el mapeado de la región de estiramiento de negro, que se encuentra entre el nivel final de negro determinado y el nivel existente mínimo, y la región de estiramiento de blanco, que encuentra entre el nivel inicial de blanco determinado y el nivel existente máximo, utilizando respectivamente las resistencia a estiramiento de negro calculada y la resistencia a estiramiento de blanco;
- 30 - aplicación de un filtro de paso bajo de orden superior a la función de mapeado de histograma actualizada;  
 - aplicación de un filtro IIR calculando una suma ponderada de la función de mapeado de histograma actualizada con una función de mapeado de histograma de una trama precedente a dichas tramas sucesivas.
- 35
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque la citada etapa de averiguación de los valores de intensidad existentes mínimos y máximos comprende detectar valores de intensidad existentes mínimos y máximos que impliquen un número de píxeles superior a un umbral predefinido.
- 40
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2 caracterizado porque dicho umbral predeterminado es de 0,4% de píxeles de la citada trama.
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2 caracterizado porque el nivel de cálculo final de negro es
- 45 formulado como sigue:

$$\text{Nivel\_final\_negro} = \text{Media-relación\_negro} * (\text{Media-Mín})$$

50 donde "Nivel\_final\_negro" representa dicho nivel final de negro, media representa la media calculada del histograma de trama, "relación\_negro\*" es un número flotante que describe un porcentaje de la trama al que se aplica el procedimiento de estiramiento de negro, y Min representa un valor de intensidad mínima existente.

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque el nivel de cálculo inicial de blanco es formulado como sigue:

55

$$\text{Nivel\_inicial\_blanco} = \text{Media-relación\_blanco} * (\text{Media-Máx})$$

60 donde "Nivel\_final\_blanco" representa dicho nivel final de blanco, media representa la media calculada del histograma de trama, "relación\_blanco\*" es un número flotante que indica un porcentaje de la trama al que se aplica el procedimiento de estiramiento de blanco, y Máx representa un valor de intensidad máximo existente.

6. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 4 y 5 caracterizado porque "relación\_negro" y/o "relación\_blanco" se selecciona con un rango de [0, 1].



7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6 caracterizado porque dichas relaciones se selecciona por el usuario para determinar la región de aplicación del algoritmo BWS a dicha trama de entrada.

8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque la función de mapeado del histograma actualizada puede ser formulada como sigue:

$$\text{Curva blanca } (i) = 1536 * (1 - 512/512+i) \quad i=1, \dots, 1024$$

$$\text{Curva negra } (i) = 1024 - 1536 * [1 - 512/512+(1024 - i)] \quad i=1, \dots, 1024$$

10 donde "i" representa un valor de intensidad situado entre el mencionado nivel inicial de blanco y el valor máximo posible del histograma o entre el citado nivel final de negro y el valor mínimo posible del histograma, "curva blanca (i)" representa el valor de intensidad actualizado de un valor de intensidad situado entre dicho nivel inicial de blanco y el valor máximo posible del histograma y "Curva Negra (i)" representa el valor de intensidad actualizado de un valor de intensidad que se sitúa entre dicho nivel final de negro y el valor mínimo posible del histograma.

9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 caracterizado porque la citada función de mapeado puede ser además formulada como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Curva blanca } (i) &= i + \text{blanco\_estiramiento} * (\text{curva blanca } (i) - i) & i=1, \dots, 1024 \\ \text{Curva negra } (i) &= i + \text{negro\_estiramiento} * (\text{curva negra } (i) - i) & i=1, \dots, 1024 \end{aligned}$$

25 donde "blanco\_estiramiento" representa la citada resistencia a estiramiento del blanco calculada y "negro\_estiramiento" representa la citada resistencia a estiramiento del negro calculada.

10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque dicha etapa de cálculo de la suma ponderada puede ser formulada como sigue:

$$\text{Mapa\_final} = W_{\text{actual}} * \text{mapa\_actual} + (1 - W_{\text{actual}}) * \text{mapa\_previo}$$

30 donde "mapa\_final" representa la función de mapeado de intensidad calculada para la trama, "W<sub>actual</sub>" representa el valor ponderado de la función de mapeado de intensidad de la trama, y "mapa\_previo" representa la función calculada para la trama previa.

11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 caracterizado porque dicho valor ponderado está referido inversamente a la diferencia de la función de mapeado del histograma de trama y la función de mapeado del histograma de trama previa.

12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11 caracterizado porque dicha relación puede ser formulada como sigue:

$$\text{Cambio\_hist} = \left( \sum_{i=1}^{i=1024} \text{hist\_actual } (i) - \text{hist\_previo } (i) \right) / \text{tamaño trama}$$

45 donde "cambio\_hist" representa la citada diferencia de la función de mapeado del histograma, "hist(i)\_actual" representa la función de mapeado del histograma de trama, "hist(i)\_previa" representa la función de mapeado de histograma de trama previa, "i" representa el valor de intensidad, y "tamaño trama" representa el tamaño de la trama.

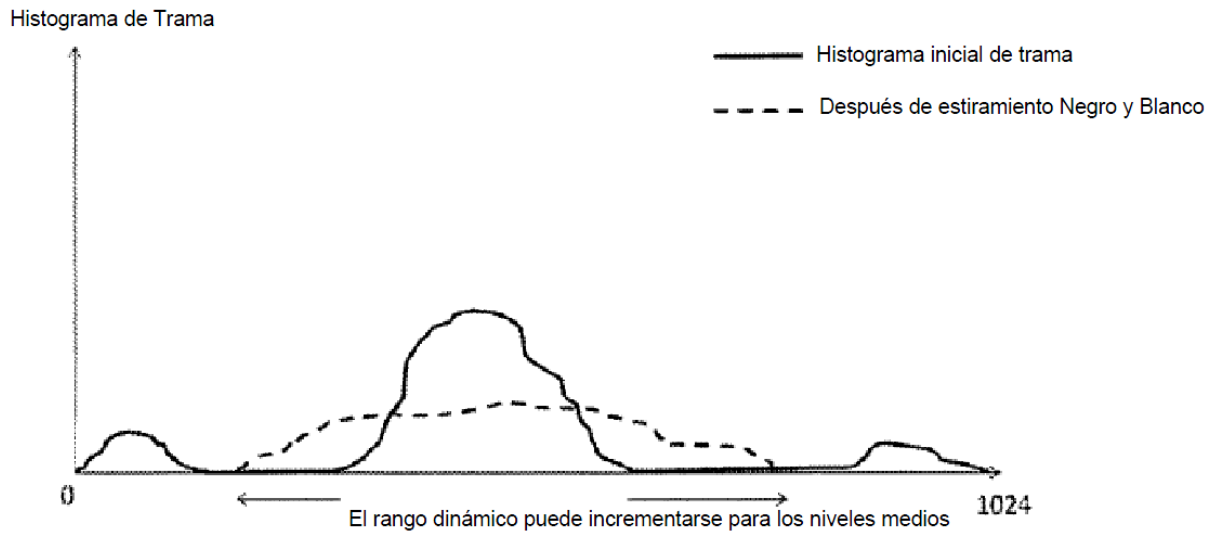


Figura 1

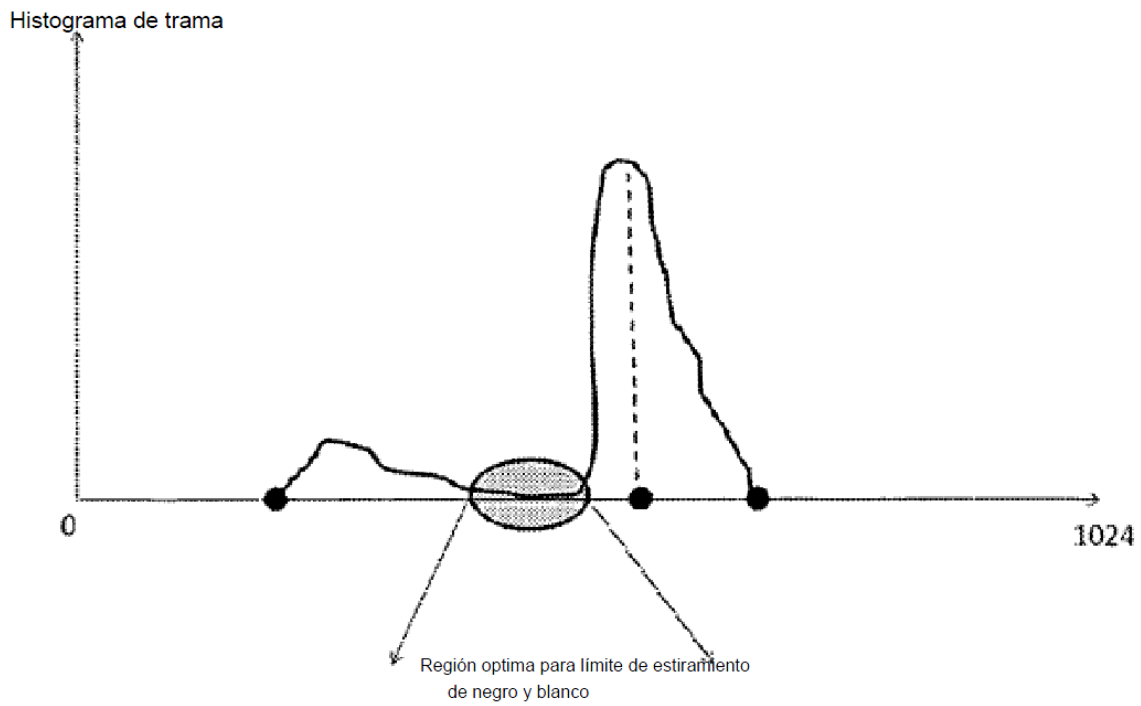


Figura 2

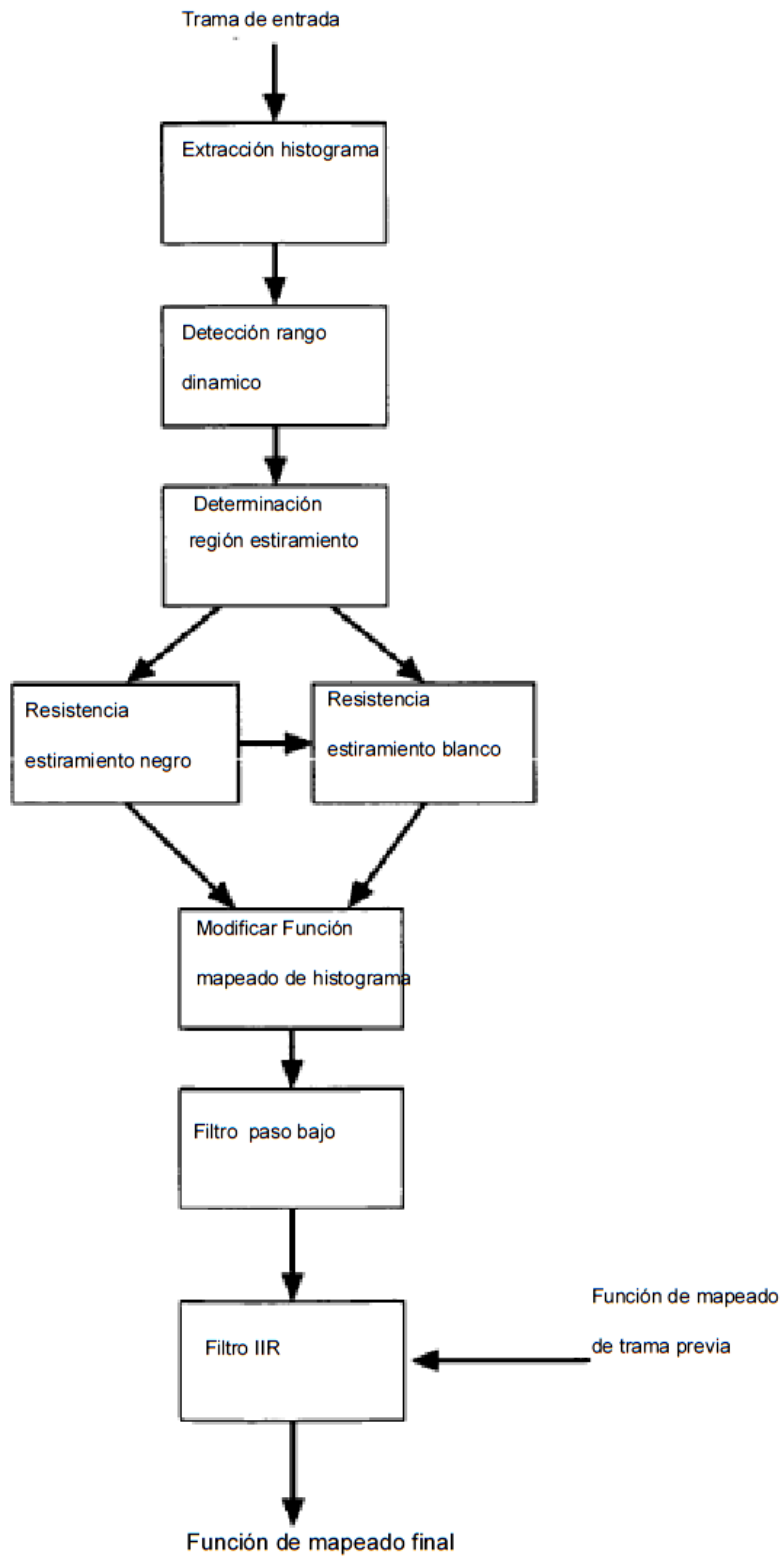


Figura 3

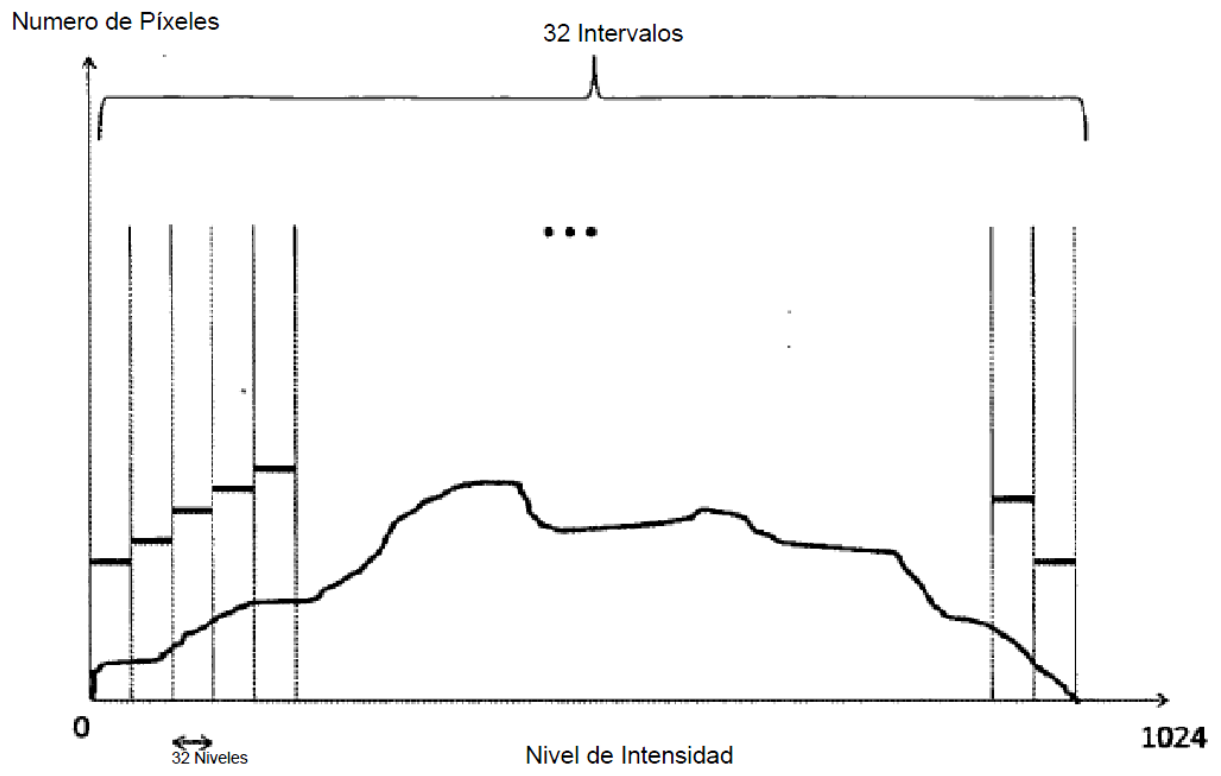


Figura 4

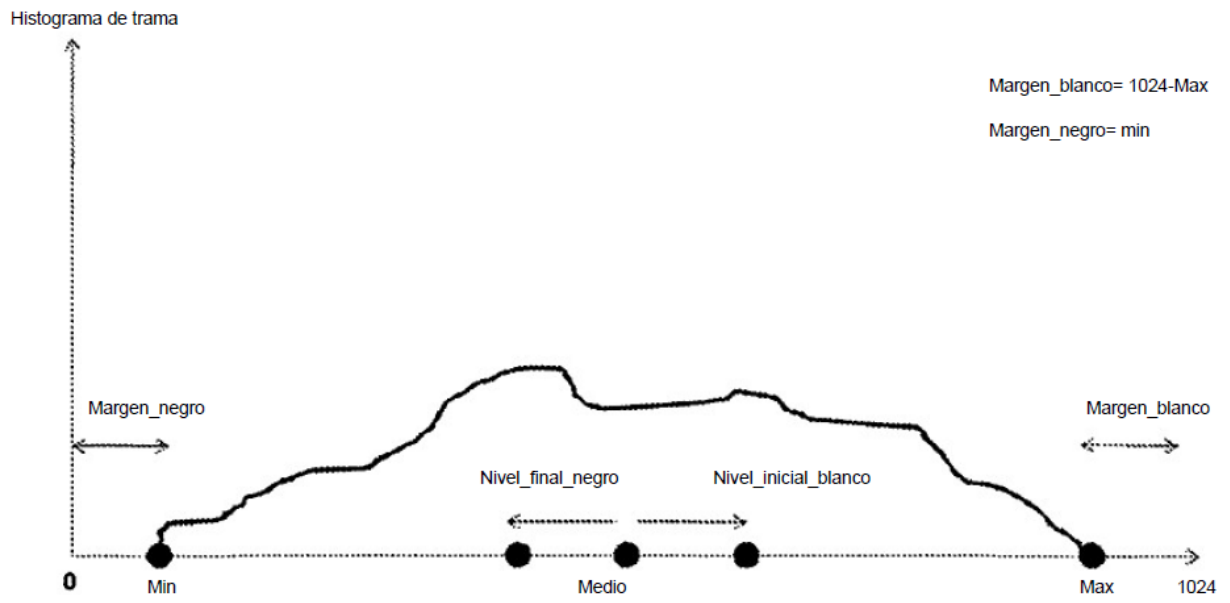


Figura 5

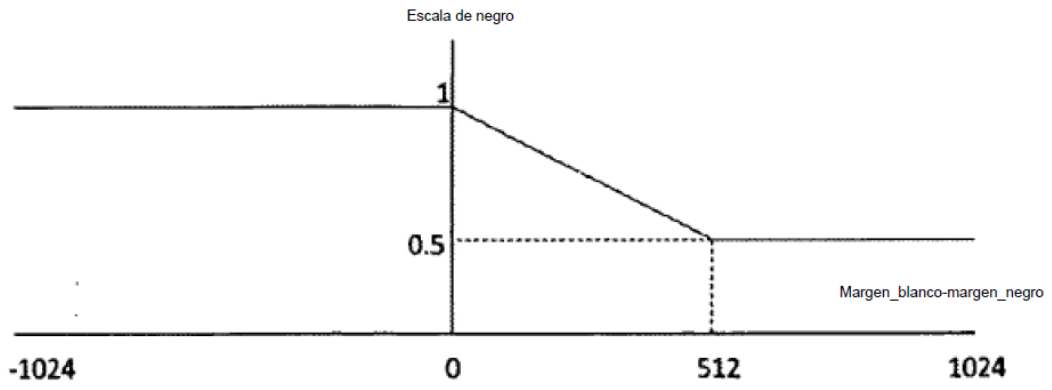


Figura 6

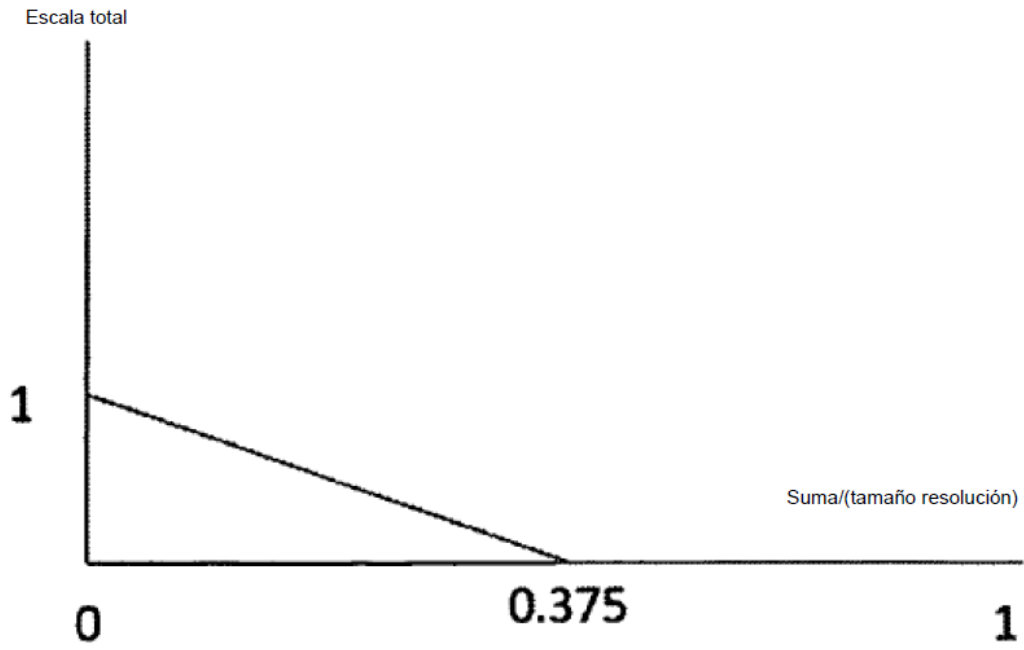


Figura 7

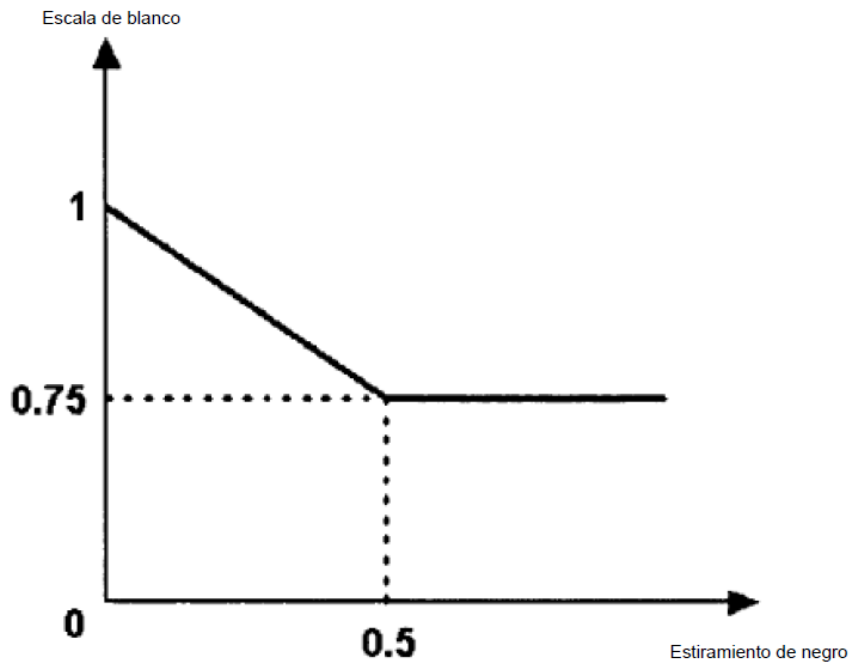


Figura 8

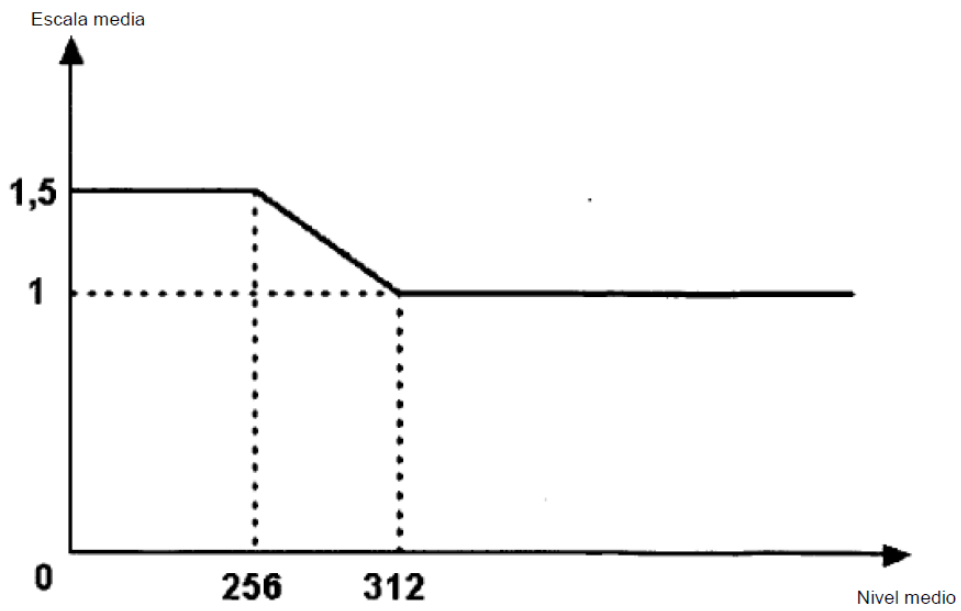


Figura 9

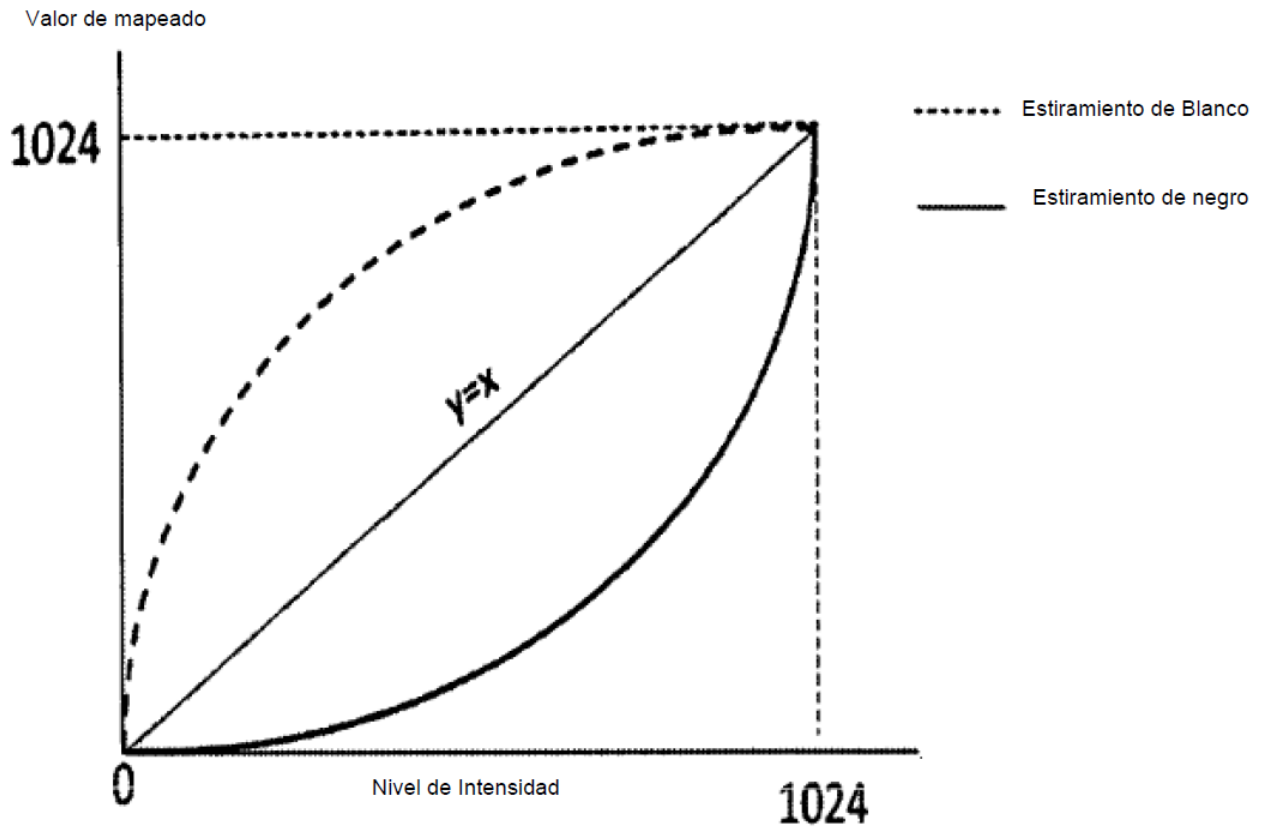


Figura 10



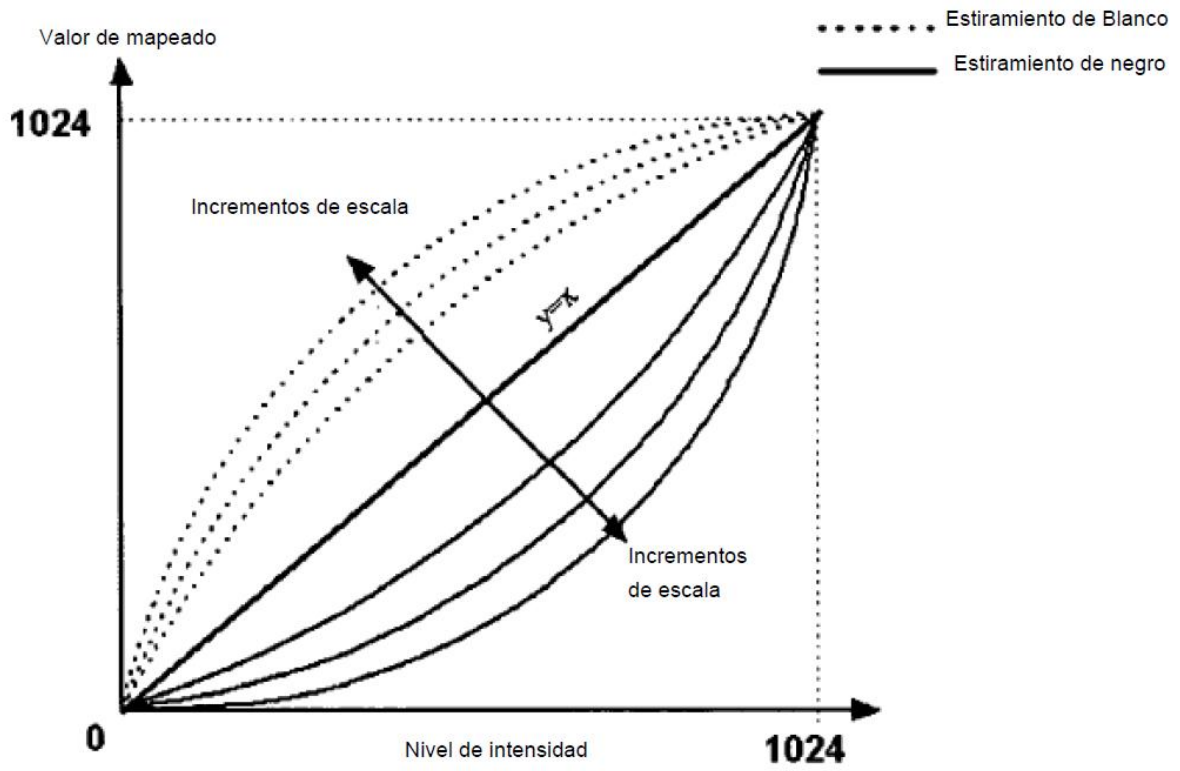


Figura 11

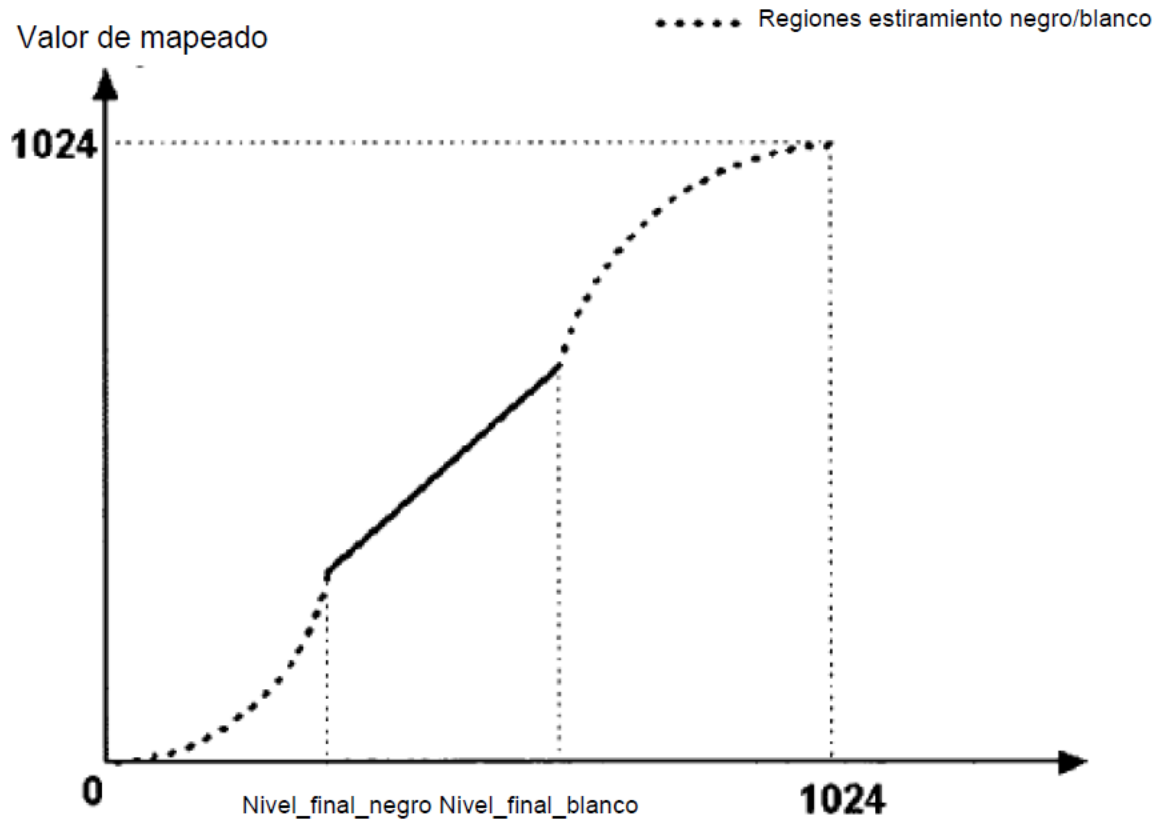


Figura 12

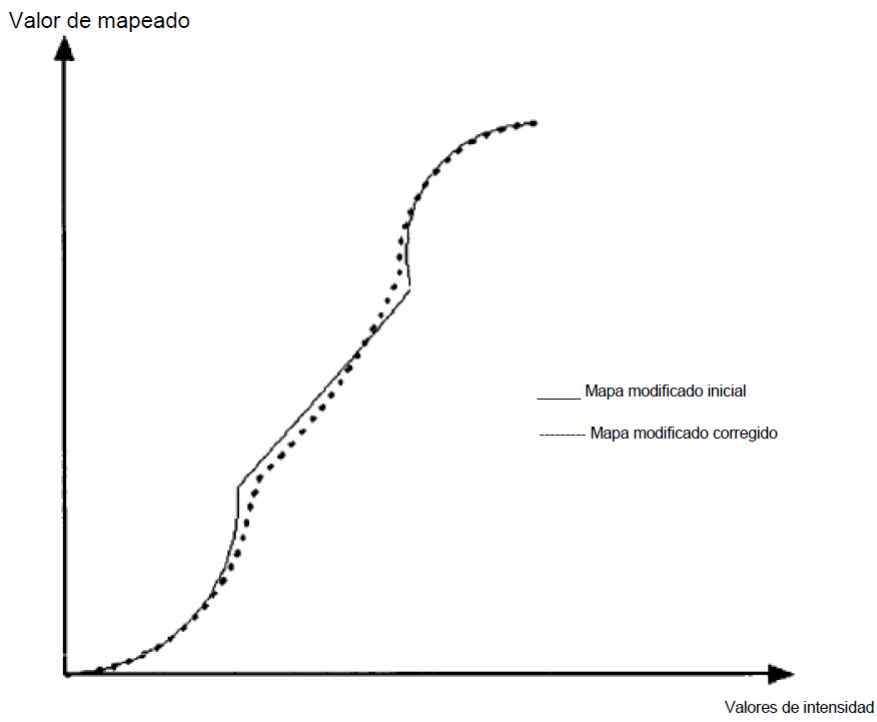


Figura 13

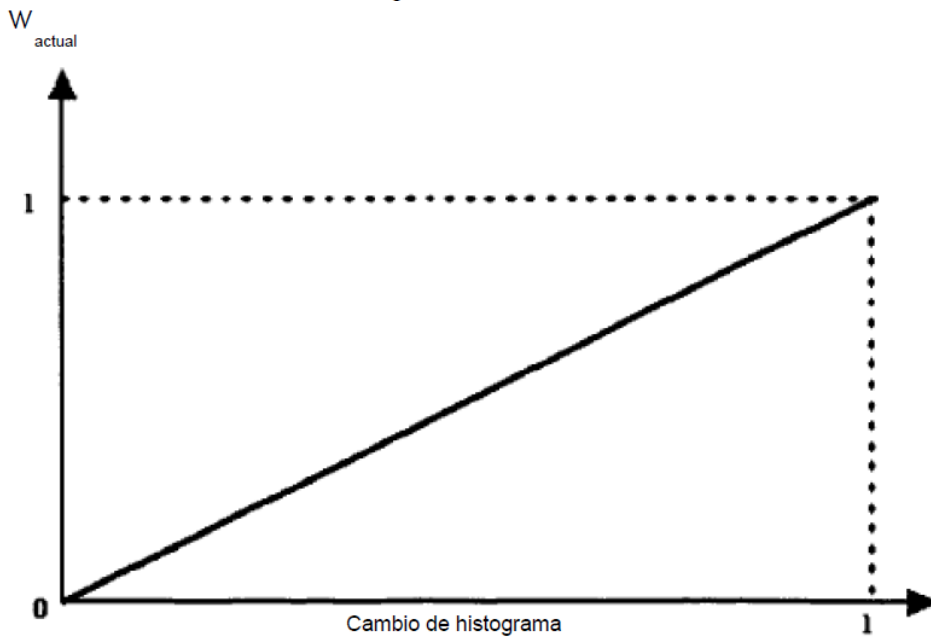


Figura 14

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

**Documentos de patente citados en la descripción**

10

GB 2425670 A [0003]

• US 2006239581 A1 [0005]

• US 6148103 A [0006]

• US 6782137 B1 [0007]

• US 20050031200 A1 [0008]

• US 200500312500 A1 [0008]