

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 929**

51 Int. Cl.:

G09G 3/34 (2006.01)

G09G 3/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2005 E 05748546 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 1779362**

54 Título: **Procesamiento rápido de imágenes en pantallas de presentación visual de doble modulador**

30 Prioridad:

27.07.2004 US 591829 P

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

04.07.2016

73 Titular/es:

**DOLBY LABORATORIES LICENSING CORP.
(100.0%)
100 Potrero Avenue
San Francisco, CA 94103, US**

72 Inventor/es:

**WHITEHEAD, LORNE A.;
SEETZEN, HELGE;
HEIDRICH, WOLFGANG y
WARD, GREGORY JOHN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 575 929 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

Procesamiento rápido de imágenes en pantallas de presentación visual de doble modulador

5 REFERENCIA CRUZADA A UNA SOLICITUD DE PATENTE RELACIONADA

Esta solicitud de patente reivindica la prioridad de la solicitud de patente de los Estados Unidos nº 60/591,829 presentada el 27 de julio de 2004 y titulada PROCESAMIENTO RÁPIDO DE TRAMAS PARA PANTALLAS DE ALTO MARGEN DINÁMICO. Para los fines de los Estados Unidos de América, esta solicitud reivindica el beneficio bajo la norma 35 U.S.C. § 119 de la solicitud de patente de los Estados Unidos nº 60/591,829 presentada el 27 de julio de 2004 y titulada PROCESAMIENTO RÁPIDO DE TRAMAS PARA PANTALLAS DE ALTO MARGEN DINÁMICO.

CAMPO DE LA INVENCION

15 Esta invención se refiere a sistemas y métodos para visualizar imágenes en pantallas del tipo que tienen dos moduladores. Un primer modulador produce un patrón de luz y un segundo modulador modula el patrón de luz producido por el primer modulador para obtener una imagen.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20 La solicitud de patente internacional WO 02/069030 publicada con fecha 6 de septiembre de 2002 y la publicación de patente internacional WO 03/077013 publicada con fecha 18 de septiembre de 2003, dan a conocer presentaciones visuales que tienen una capa de fuentes de luz moduladas y una capa de presentación visual modulada. La capa de fuentes de luz modulada se activa para obtener una representación de resolución comparativamente baja de una imagen. La representación de baja resolución es modulada por la capa de presentación visual para proporcionar una imagen de más alta resolución que puede verse por un observador. La capa de fuentes de luz puede comprender una matriz de fuentes de luz activamente moduladas, tal como diodos emisores de luz (LEDs). La capa de presentación visual, que está situada y alineada en frente de la capa de fuentes de luz puede ser una pantalla de cristal líquido (LCD).

30 Si las dos capas tienen diferentes resoluciones espaciales (p.ej., la resolución de la capa de fuentes de luz puede ser aproximadamente 0.1 % que la que tiene la capa de presentación visual), entonces ambos métodos de corrección informática y los efectos psicológicos (tal como luminancia de velo) impiden al observador darse cuenta de la desadaptación de las resoluciones.

35 El documento US 2003/0090455 A1 da a conocer un método para aumentar un margen dinámico de una pantalla retroiluminada y una pantalla retroiluminada correspondiente. Una luminancia de una fuente de luz que ilumina un pixel visualizado se varía en respuesta a un valor de intensidad de este pixel.

40 Los sistemas electrónicos para activar los moduladores de luz tales como conjuntos matriciales de diodos LEDs o panales de pantalla de cristal líquido LCD son bien conocidos por los expertos en esta técnica. A modo de ejemplo, las pantallas LCD de ordenadores y los aparatos de televisión están comercialmente disponibles. Dichas pantallas y televisiones incluyen circuitos para controlar la cantidad de luz transmitida por pixels individuales en un panel LCD. La tarea de obtener la excitación a partir de señales de datos de imagen para controlar la capa de fuentes de luz y la capa de presentación visual pueden ser de alto coste informáticamente. La derivación de dichas señales puede ejecutarse por un procesador de una tarjeta de gráficos/vídeo de ordenador o por algún otro procesador adecuado integrado en un ordenador, para la propia pantalla o para un dispositivo secundario.

50 La tarea de derivar a partir de las señales de datos de imagen para controlar una capa de fuentes de luz y una capa de presentación visual puede ser de alto coste desde el punto de vista informático. La derivación de dichas señales puede ejecutarse por un procesador de una tarjeta de gráficos/vídeo de un ordenador o por algún otro procesador adecuado que forma parte integrante de un ordenador para la propia pantalla o para un dispositivo secundario. Las limitaciones de rendimiento del procesador pueden limitar, de forma indeseable, la velocidad a la que pueden visualizarse las tramas de imágenes sucesivas. A modo de ejemplo, si el procesador no es suficientemente potente para procesar datos de vídeo entrantes a la tasa de tramas de los datos de vídeo, entonces, un observador puede detectar pequeñas pausas entre tramas sucesivas de una imagen de vídeo tal como una película cinematográfica. Lo que antecede puede distraer al observador y afectar negativamente a la experiencia de visión de imagen del observador.

60 Existe una necesidad de sistemas prácticos eficaces y rentables para visualizar imágenes en pantallas del tipo general anteriormente descrito.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

65 Los dibujos adjuntos ilustran formas de realización no limitadoras de la invención.

La Figura 1 ilustra gráficamente la segmentación de una función de dispersión puntual (PSF) en segmentos gaussianos de base amplia y estrecha.

5 Las Figuras 2A, 2B y 2C ilustran gráficamente la división de una función de dispersión puntual (PSF) de 16 bits en segmentos de 8 bits (byte alto y bajo).

La Figura 3 ilustra gráficamente el comportamiento transicional de los valores de la función de dispersión puntual de alto y byte bajo de 8 bits relativas a un margen de 16 bits.

10 La Figura 4 ilustra gráficamente funciones de dispersión puntual de byte alto y bajo correspondientes a la función de dispersión puntual ilustrada en la Figura 1.

15 La Figura 5 ilustra gráficamente la aplicación de una función de interpolación iterativamente derivada para obtener un patrón de luminancia eficaz (ELP) que se aproxima estrechamente a un patrón de luminancia eficaz (ELP) real.

La Figura 6 es un diagrama esquemático de una pantalla de presentación visual.

20 La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método para visualizar una imagen en una pantalla que tenga una capa de fuentes de luz controlables y una capa de presentación visual controlable.

La Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método para determinar un patrón de luminancia eficaz.

25 La Figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un método para determinar un patrón o una componente de un patrón de luminancia eficaz.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

30 A través de toda la descripción siguiente, detalles específicos se establecen para poder proporcionar un entendimiento más a fondo de la invención. Sin embargo, la invención puede ponerse en práctica sin estas particularidades. En otras instancias operativas, elementos bien conocidos no se han ilustrado ni descrito en detalle para evitar una falta de claridad innecesaria de la invención. En consecuencia, la especificación de la memoria descriptiva y los dibujos han de considerarse en un sentido ilustrativo y no restrictivo.

35 La invención puede aplicarse en una amplia gama de aplicaciones en donde una imagen se visualiza generando una configuración de luz que se determina al menos en parte por datos de imagen y modulando la configuración de luz para obtener una imagen. La configuración de luz puede obtenerse por cualquier aparato adecuado. Algunos ejemplos incluyen:

- 40 • Una pluralidad de fuentes de luz excitadas por circuitos controladores que permiten variar el brillo de las fuentes de luz.
- Una fuente de luz fija o variable combinada con un modulador del tipo de reflexión o del tipo de transmisión que modula la luz procedente de la fuente de luz.

45 La siguiente descripción se refiere a formas de realización no limitadoras, a modo de ejemplo, en donde la configuración de luz se obtiene en un lado de un panel de pantalla LCD mediante un conjunto matricial de diodos emisores de luz y el panel de LCD se controla para modular la luz de la configuración de luz para obtener una imagen visible. En este ejemplo, el conjunto matricial de diodos LED puede considerarse para constituir un primer modulador y el panel de LCD constituye un segundo modulador.

50 En general, el procesamiento de tramas de imagen o de un conjunto de tramas para su visualización en una pantalla de la capa de diodos LED/LCD comporta las etapas informáticas siguientes:

- 55 1. Obtención de datos de imagen (que pueden ser datos de imagen de pantalla completa o de pantalla parcial).
2. Derivar a partir de los datos de imagen valores de excitación adecuados para cada diodo LED del primer modulador, utilizando técnicas apropiadas bien conocidas para los expertos en esta técnica (p.ej., una interpolación más cercana que puede basarse en factores tales como la intensidad y el color).
- 60 3. Los valores de excitación de diodos LED derivados y las funciones de dispersión puntual de diodos LED en la pantalla de LED así como las características de cualesquiera capas situadas entre la capa de LED y la capa de LCD se utilizan para determinar el patrón de luminancia eficaz que resultará en la capa de LCD cuando los valores de excitación de LED se apliquen a la capa de diodos LED.
- 65 4. La imagen definida por los datos de imagen se divide luego por el patrón de luminancia eficaz para obtener datos de modulación brutos para la capa de LCD.

5. En algunos casos, los datos de modulación brutos se modifican para resolver problemas técnicos tales como faltas de linealidad o la presencia de otros artefactos informáticos que surgen en las capas de diodos LED o LCD. Estas anomalías pueden gestionarse utilizando técnicas adecuadas bien conocidas para los expertos en esta técnica (p.ej., escalamiento, corrección gamma, operaciones de sustitución de valores, etc.). A modo de ejemplo, la creación de los datos de modulación modificados puede necesitar la modificación de los datos de modulación brutos para la adaptación de una curva de corrección gamma u otras características específicas de la capa de LCD.
6. Datos de modulación finales para la capa LCD (que pueden ser los datos de modulación brutos o los datos de modulación modificados) y los datos de excitación para los diodos LED se aplican para controlar las capas de LCD y de LED para obtener la imagen deseada.

Varias formas de reducir el coste del cálculo informático (esto es, para acelerar) de la generación de los datos de modulación final para uso en la presentación visual de imágenes se describen a continuación. Estas operaciones incluyen:

- Realizar al menos algunas partes del cálculo en un dominio de más baja precisión (a modo de ejemplo, realizando cálculos en el dominio de 8 bits en lugar de hacerlo en el dominio de 16 bits); y
- Poner en práctica una o más de las opciones para establecer eficazmente un patrón de luminancia eficaz que se describe en este caso.

Aunque estas técnicas pueden ponerse en práctica de forma individual, cualesquiera combinaciones adecuadas de las técnicas aquí descritas pueden utilizarse a este respecto.

Determinación del patrón de luminancia eficaz

La función de dispersión puntual de cada diodo LED en una capa de diodos LED se determina por la geometría del LED. Una técnica simple para determinar un patrón de luminancia eficaz total de la capa de diodos LED es multiplicar inicialmente la función de dispersión puntual de cada diodo LED (más concretamente, la función de dispersión puntual de la luz que se emite por el diodo LED y que pasa a través de todas las estructuras ópticas entre las capas de LED y de LCD) por un valor de excitación de diodos LED seleccionado o por un parámetro de puesta a escala adecuado para obtener la contribución de luminancia eficaz del diodo LED para ese valor de excitación, para cada pixel en la capa de LCD.

De este modo, las contribuciones de luminancia de cada diodo LED en la capa de LED pueden determinarse y sumarse para obtener el patrón de luminancia eficaz total, en una capa de LCD, que se obtendrá cuando los valores de excitación seleccionados se apliquen a la capa de diodos LED. Sin embargo, estas operaciones de multiplicación y adición son de muy alto coste de cálculo informático (esto es, consumidoras de tiempo), puesto que el patrón de luminancia eficaz debe determinarse para la misma resolución espacial que la capa de LCD con el fin de facilitar la operación de división de la etapa 4 anterior.

Los gastos de cálculo informático son especialmente grandes si la función de dispersión puntual de diodos LED tiene un "soporte" muy amplio. El término de "soporte" de una función de dispersión puntual de diodos LED es el número de pixels de LCD que se iluminan en una magnitud no despreciable por un diodo LED. El soporte puede especificarse en términos de un radio, medido en pixels de la capa de LCD, en donde la función de dispersión puntual de diodos LED se hace tan pequeña que es perceptualmente no significativa para un observador. El soporte corresponde a varios pixels de LCD que se iluminan en una magnitud significativa por cada diodo LED.

A modo de ejemplo, se considera un conjunto matricial hexagonal de diodos LED en donde el centro de cada diodo LED está espaciado respecto a los diodos LED inmediatamente adyacentes en una distancia igual a 50 de los pixels de la capa de LCD. Si cada diodo LED tiene una función de dispersión puntual que tiene un soporte de 150 pixels de LCD, entonces cada pixel en la parte central de la capa LCD se iluminará por luz procedente de aproximadamente 35 de los diodos LED. El cálculo del patrón de luminancia eficaz, para esta realización ejemplo, requiere, en consecuencia, 35 operaciones para cada pixel de la capa de LCD, con el fin de tomar en consideración la luz contribuida a cada pixel por cada diodo LED pertinente. En donde la capa de LCD tenga una alta resolución espacial, esta operación resulta de alto coste desde el punto de vista informático (p.ej., consumidora de tiempo).

Reducción de la resolución

El tiempo requerido para determinar el patrón de luminancia eficaz producido en la pantalla LCD puede reducirse calculando el patrón de luminancia eficaz a una resolución espacial reducida que es inferior a la imagen de alta resolución que ha de aparecer en la capa de LCD. Esto es factible puesto que las funciones de dispersión puntual de fuentes de luz individuales suelen tener una variación suave. Por lo tanto, el patrón de luminancia eficaz puede variar de forma relativamente lenta en la resolución de la capa LCD. En consecuencia, es posible calcular el patrón

de luminancia eficaz en una más baja resolución y luego, poner a escala el patrón de luminancia eficaz hasta una más alta resolución deseada, sin necesidad de introducir artefactos informáticos significativos.

5 La puesta a escala puede realizarse utilizando técnicas de interpolación lineales, gaussianas o de otra clase. Dicha red de acceso objetivo de la resolución espacial proporciona una disminución aproximadamente lineal en el coste informático de establecer el patrón de luminancia eficaz. Numerosos métodos de interpolación disponibles que pueden utilizarse para la puesta a escala de un patrón de luminancia eficaz calculado a una más baja resolución son de bajo coste de cálculo informático en comparación con el coste del cálculo informático del patrón de luminancia eficaz a la resolución de la LCD u otro segundo modulador de luz.

10 Utilizando la realización ejemplo anterior, una reducción de la resolución de 10 veces, en las direcciones de la anchura y de la altura, proporciona una reducción aproximada de 100 veces en el coste del cálculo informático. Esto es así porque el número total de pixels en la imagen de resolución reducida es 100 veces menor que el número total de pixel en la imagen de alta resolución que ha de aparecer en la capa de LCD. Cada pixel en la imagen de resolución reducida todavía recibe luz desde los 35 diodos LED, que necesitan 35 operaciones de cálculo informático por pixel – pero dichas operaciones se aplican a 100 veces menos pixel en comparación con un caso en el que se realicen los cálculos por separado para cada pixel en la imagen de alta resolución real que ha de aparecer en la capa de LCD.

20 Descomposición de la función de dispersión puntual

25 El coste del cálculo informático del procesamiento de imágenes puede reducirse también descomponiendo la función de dispersión puntual de cada fuente de luz (p.ej., cada diodo LED) en varias componentes (p.ej., realizando una descomposición gaussiana) de tal manera que la recombinación de la totalidad de los componentes proporcione la función de dispersión puntual original. Un patrón de luminancia eficaz puede determinarse entonces por separado para cada componente. Una vez que un patrón de luminancia eficaz se haya determinado para cada componente, dichos patrones de luminancia eficaz pueden combinarse para obtener un patrón de luminancia eficaz total. La combinación puede realizarse mediante una suma, a modo de ejemplo.

30 El cálculo informático de los patrones de luminancia eficaz contribuidos por las componentes puede realizarse a la resolución de la capa de LCD o a una resolución reducida, según se describió con anterioridad.

35 Una ventaja en cuanto a la velocidad se consigue aun cuando el patrón de luminancia eficaz para cada componente se calcule a la resolución de la capa de LCD puesto que las componentes de hardware especialmente adaptadas para realizar los cálculos informáticos rápidos basados en funciones de dispersión puntual estándar (p.ej., funciones de dispersión puntual gaussiana) están comercialmente disponibles. Dichas componentes de hardware no suelen estar comercialmente disponibles para la función de dispersión puntual no estándar de los diodos LED reales en la capa de diodos LED de la pantalla – por lo que se necesita recurrir a técnicas de cálculo informático considerablemente más lentas utilizando procesadores de uso general.

40 Una mayor ventaja de velocidad se consigue si la técnica de reducción de la resolución, anteriormente descrita, se utiliza para determinar un patrón de luminancia eficaz para cada componente. Además, diferentes resoluciones espaciales pueden aplicarse a diferentes componentes de las funciones de dispersión puntual para proporcionar ventajas de velocidad todavía mayores. A modo de ejemplo, la Figura 1 ilustra (en línea continua) una función de dispersión puntual de diodos LED, a modo de ejemplo, que tiene una parte central profunda 10 y una parte final amplia 12. En esta situación, la función de dispersión puntual real puede descomponerse en una componente gaussiana de base estrecha 14A y una componente gaussiana de base amplia 14B, según se ilustra en la figura.

50 La componente gaussiana de base amplia 14B (línea de puntos) contribuye relativamente poco a la intensidad de la imagen, en comparación con el segmento gaussiano de base estrecha 14A (línea de trazos). Además, la componente gaussiana de base amplia 14B es más lenta en su variación que la componente gaussiana de base estrecha 14A. En consecuencia, un patrón de luminancia eficaz para la componente gaussiana de base estrecha 14A puede determinarse a una resolución espacial moderadamente alta mientras que un patrón de luminancia eficaz para la componente gaussiana de base amplia 14B puede calcularse a una resolución espacial notablemente más baja. Lo que antecede preserva una parte importante de la información de la intensidad de imagen contenida en una componente gaussiana de base estrecha 14A y es todavía relativamente rápida puesto que el soporte efectivo del segmento gaussiano de base estrecha es pequeño y por ello, pocos pixels de LCD están cubiertos por esa componente. Por el contrario, puesto que la componente gaussiana de base amplia 14B contiene relativamente poca información de intensidad de imagen, dicha componente puede procesarse de forma relativamente rápida a baja resolución sin degradar, en magnitud importante, la resolución del patrón de luminancia eficaz total obtenido combinando las configuraciones del patrón derivadas para cada componente.

Segmentación de 8 bits

65 Los datos de imagen se suelen proporcionar en la forma de palabras de 16 bits. Los procesadores gráficos de alta gama (esto es, de mayor coste) suelen realizar cálculos en el dominio de 16 bits. Dichos procesadores pueden tener

unidades aritméticas de coma flotante o de 16 bits dedicadas que pueden realizar, con rapidez, operaciones de 16 bits. La necesidad de un procesador de alta gama capaz de realizar operaciones de 16 bits puede mitigarse rápidamente calculando el patrón de luminancia eficaz en el dominio de 8 bits. Dichos cálculos pueden realizarse con una razonable rapidez por procesadores de menor coste.

La función de dispersión puntual de cada diodo LED es una función bidimensional de intensidad en relación con la distancia con respecto al centro del diodo LED. Dicha función de dispersión puntual puede caracterizarse por una pluralidad de palabras de datos de 16 bits. En donde la función de dispersión puntual se representa por una tabla de consulta, numerosos valores de 16 bits se requieren para definir la función de dispersión puntual; a modo de ejemplo, un solo valor puede proporcionarse para cada pixel de LCD que reside operativamente en o dentro de un círculo centrado en el diodo LED y que tiene un radio correspondiente al soporte de la función de dispersión puntual.

Cada una de dichas palabras de datos de 16 bits tiene una componente de byte alto de 8 bits y una componente de byte bajo de 8 bits (cualquier valor de 16 bits A puede dividirse en dos valores de 8 bits B y C, de modo que se tenga la relación $A = B \cdot 2^8 + C$, en donde B es el "byte alto" y C es el "byte bajo". Los valores de 8 bits son preferentemente extraídos solamente después de que todas las operaciones necesarias de escalamiento y manipulación se hayan aplicado a los datos de 16 bits de entrada. La Figura 2A ilustra una función de dispersión puntual de 16 bits; las Figuras 2B y 2C ilustran, respectivamente, las componentes de alto y byte bajo de 8 bits de la función de dispersión puntual de 16 bits representada en la Figura 2A.

Una palabra de datos de 16 bits es capaz de representar valores enteros desde $2^0 - 1$ a $2^{16} - 1$ (esto es, desde 0 a 65535). Un byte de 8 bits es capaz de representar valores enteros desde $2^0 - 1$ a $2^8 - 1$ (esto es, desde 0 a 255). El "soporte" (tal como se definió con anterioridad) de una función de dispersión puntual caracterizada por una componente de byte alto de 8 bits es mucho más pequeño (más estrecho) que el soporte de la función de dispersión puntual como un conjunto. Esto es así porque la componente de byte alto de 8 bits alcanza el más bajo valor (cero) de sus 255 valores posibles, cuando la palabra de datos de 16 bits que caracteriza la función de dispersión puntual como un conjunto alcanza el valor 255 a partir de su margen de 65535 valores posibles. Los 255 valores restantes se proporcionan por la componente de byte bajo con el valor de la componente de byte alto igual a cero. El patrón de luminancia eficaz correspondiente a la componente de byte alto de 8 bits de base estrecha puede, en consecuencia, determinarse con rapidez, sin pérdida importante de la información de intensidad de imagen. La reducción de la resolución y/o otras técnicas anteriormente descritas pueden utilizarse para acelerar todavía más la determinación del patrón de luminancia eficaz para la componente de byte alto de 8 bits.

El soporte de una función de dispersión puntual caracterizado por una componente de byte bajo de 8 bits es comparativamente amplio. Más concretamente, aunque la componente de byte bajo de 8 bits tiene solamente 255 valores posibles, dichos valores disminuyen desde 255 a 0 (a partir de los 65535 valores para la función de dispersión puntual como un conjunto) y dichos 255 valores corresponden a los 255 más bajos niveles de intensidad (esto es, niveles a los que el valor de la componente de byte alto es igual a cero). Dichos 255 niveles representan el valor de la función de dispersión puntual en sus partes periféricas.

La componente de byte bajo puede separarse en dos zonas. Una zona central, que reside dentro del límite en el que la función de dispersión puntual, caracteriza por la componente de byte alto, alcanza el valor cero. En la zona central, la componente de byte bajo suele variar en una configuración en dientes de sierra irregular (según se ilustra en la Figura 3) si la función de dispersión puntual de 16 bits original es razonablemente suave. Esto es así, porque en la zona central, la parte de la función de dispersión puntual caracterizada por la componente de byte bajo aumenta la parte de la función de dispersión puntual caracterizada por la componente de byte alto.

A modo de ejemplo, se considera una transición desde el valor 10239 de 16 bits al valor 9728 de 16 bits. El valor 10239 de 16 bits tiene un valor de componente de byte alto de 39 y un valor de componente de byte bajo de 255 (esto es, $39 \cdot 256 + 255 = 10239$). En consecuencia, la contribución de la componente de byte bajo a la función de dispersión puntual es inicialmente 255 y la contribución de la componente de byte alto es inicialmente de 39. El valor de la contribución de la componente de byte alto permanece en 39, mientras que el valor de la contribución de la componente de byte bajo disminuye suavemente desde 255 a 0 – el punto en el que la función de dispersión puntual de 16 bits original tiene el valor 9984 (esto es, $39 \cdot 256 + 0$). El valor de la contribución de la componente de byte alto a la función de dispersión puntual cambia entonces suavemente desde 39 a 38, pero dicho cambio va acompañado por un cambio brusco (desde 0 a 255) en el valor de la contribución de la componente de byte bajo a la función de dispersión puntual.

Según se observa en la Figura 4, dentro de un radio R de la función de dispersión puntual original (y en donde el valor de la contribución de las componentes de byte alto a la función de dispersión puntual es distinta de cero), la configuración en dientes de sierra resultante de la contribución de la componente de byte bajo a la función de dispersión puntual es característica de la función de dispersión puntual original. Fuera del radio R, el valor de la contribución de la componente de byte alto a la función de dispersión puntual es cero y el valor de la contribución de la componente de byte bajo cambia de forma no brusca.

Las contribuciones desde la componente de byte bajo de la función de dispersión puntual pueden procesarse de

forma diferente en esta dos zonas (esto es, las zonas dentro y fuera del radio R) para evitar la presencia de artefactos informáticos indeseados. A modo de ejemplo, para preservar una parte importante de la información de intensidad de imagen contenida en la zona dentro del radio R, el patrón de luminancia eficaz para esa zona se determina preferentemente utilizando la misma resolución relativamente alta utilizada para determinar el patrón de luminancia eficaz para la contribución de la componente de byte alto a la función de dispersión puntual, según se describió con anterioridad. Al contrario, el patrón de luminancia eficaz para la zona fuera del radio R puede determinarse utilizando una resolución mucho más baja, sin pérdida importante de información de intensidad de imagen.

Después de que los tres segmentos de la función de dispersión puntual (esto es, la componente de byte alto, la zona de la componente de byte bajo dentro del radio R y la zona de la componente de byte bajo fuera del radio R) han sido procesados en la forma anteriormente descrita, los resultados se muestrean individualmente para la adaptación de la resolución de la capa de LCD y luego se recombina con los factores de escalamiento adecuados que se aplican. La recombinación suele implicar las sumas de los valores para las dos zonas de componentes de byte bajo y el valor para los componentes de byte alto, después de que el valor para la componente de byte alto haya sido multiplicado por 256.

Interpolación

Si un valor del patrón de luminancia eficaz se determina utilizando una resolución más baja que la resolución de la capa de LCD, es necesario efectuar un muestreo ascendente de ese valor para la adaptación de la resolución de la capa de LCD. Técnicas de interpolación para el muestreo ascendente de imágenes de baja resolución en imágenes de alta resolución son bien conocidas, con las técnicas basadas en componentes gaussianas y lineales siendo comunes. Aunque dichas técnicas anteriores pueden utilizarse en conjunción con las técnicas anteriormente descritas, la exactitud, o la velocidad, o ambas características a la vez pueden mejorarse utilizando una técnica de interpolación que se optimiza para una configuración en presentación visual particular. La optimización facilita la compresión de imagen de más alta resolución, minimiza la introducción de artefactos de interpolación indeseados y reduce el tiempo de procesamiento de las imágenes. En casos extremos, se puede utilizar una técnica de interpolación para reducir la resolución del patrón de luminancia eficaz para adaptarse a la resolución de la capa de diodos LED.

Las técnicas de interpolación de la técnica anterior suelen estar restringidas para su uso con datos de pre-interpolación específicos, o para su uso con funciones de interpolación específicas. Las técnicas de interpolación utilizadas para adaptar la resolución del patrón de luminancia eficaz al de la pantalla de LCD no necesitan satisfacer dichas restricciones, puesto que la convolución de los datos de pre-interpolación con la función de interpolación seleccionada proporcionará un patrón de luminancia eficaz que tiene una similitud apropiada para el patrón de luminancia eficaz.

El grado de similitud requerido depende de la aplicación de la presentación visual. Diferentes aplicaciones requieren diferentes grados de similitud – en algunas aplicaciones, desviaciones relativamente pequeñas pueden distraer de forma inaceptable a un observador, mientras que desviaciones mayores pueden ser tolerables en otras aplicaciones (tales como las aplicaciones que implican imágenes de televisión o juegos de ordenadores en donde desviaciones relativamente grandes no obstante proporcionan imágenes de calidad aceptables para la mayoría de los observadores). En consecuencia, no es necesario aplicar la técnica de interpolación directamente a los valores de excitación de diodos LED reales o a la función de dispersión puntual de LED real.

A modo de ejemplo, la Figura 5 ilustra el resultado obtenido utilizando una técnica de interpolación iterativamente derivada para reducir la resolución del patrón de luminancia eficaz para adaptar la resolución de la capa de diodos LED. Los valores de pixel en la resolución de capa de diodos LED no son los valores de excitación de diodos LED – son los valores de luminancia del patrón de luminancia eficaz antes de la interpolación. La función de interpolación puede determinarse utilizando métodos de iteración estándar y una condición de iniciación aleatoria. Según se observa en la Figura 5, la convolución de la función de interpolación iterativamente derivada con los valores del patrón de luminancia eficaz proporcionan resultados que son razonablemente próximos al patrón de luminancia eficaz real.

Numerosas técnicas de interpolación diferentes pueden utilizarse a este respecto. No hay necesidad de cualquier correlación entre la función de interpolación y la función de dispersión puntual de diodos LED, los valores de excitación de diodos LED o cualquier otra característica de la presentación visual, a condición de que la función de interpolación seleccionada y los parámetros de entrada seleccionados para uso con esa función proporcionen un resultado razonablemente próximo al patrón de luminancia eficaz real.

Formas de realización a modo de ejemplo

La Figura 6 ilustra algunas formas de realización a modo de ejemplo de la invención. La Figura 6 ilustra una pantalla 30 que comprende una capa de fuentes de luz modulada 32 y una capa de presentación visual 34. La capa de fuentes de luz 32 puede comprender, a modo de ejemplo:

- un conjunto matricial de fuentes de luz controlables tales como diodos LED;
- una fuente de luz de intensidad fija y un modulador de luz dispuesto para modular espacialmente la intensidad de luz procedente de la fuente de luz;
- algunas de sus combinaciones.

En la forma de realización ilustrada, la capa de fuentes de luz 32 comprende un conjunto matricial de diodos LED 33.

La capa de presentación visual 34 comprende un modulador de luz que, además, modula espacialmente la intensidad de la luz incidente sobre la capa de presentación visual 34 desde la capa de fuentes de luz 32. La capa de presentación visual 34 puede comprender un panel de LCD u otro modulador de luz de tipo de transmisión, a modo de ejemplo. La capa de presentación visual 34 suele tener una resolución más alta que una resolución de capa de fuentes de luz 32. Estructuras ópticas 36 adecuadas para transmitir luz desde la capa de fuentes de luz 32 a la capa de presentación visual 34 pueden proporcionarse entre la capa de fuentes de luz 32 y la capa de presentación visual 34. Las estructuras ópticas 36 pueden comprender elementos tales como un espacio abierto, difusores de luz, colimadores y elementos similares.

En la forma de realización ilustrada, un controlador 40 que comprende un procesador de datos 42 y electrónicas de interfaz adecuada 44A para controlar la capa de fuentes de luz 32 y 44B para controlar la capa de presentación visual 34 recibe datos de imagen 46 que especifican imágenes a visualizarse en la pantalla 30. El controlador 40 excita a los emisores de luz (p.ej., diodos LED 33) de la capa de fuentes de luz 34 y los pixels 35 de la capa de presentación visual 34 para obtener la imagen deseada para ser vista por una persona o personas. Una memoria de programa 46 accesible al procesador 42 contiene instrucciones informáticas que, cuando se ejecutan por el procesador 42, hacen que el procesador 42 ejecute un método según se describe a continuación.

El controlador 40 puede comprender un ordenador adecuadamente programado que tiene interfaces adecuadas de software/hardware para controlar la capa de fuentes de luz 32 y la capa de presentación visual 34 para visualizar una imagen especificada por los datos de imagen 48.

La Figura 7 ilustra un método 50 para visualizar datos de imagen en una pantalla del tipo general representado en la Figura 6. El método 50 se inicia al recibir datos de imagen 48 en bloques 52. En el bloque 54, primeras señales de excitación para la capa de fuentes de luz 32 se derivan a partir de los datos de imagen 48. Métodos conocidos adecuados pueden aplicarse para obtener las primeras señales de excitación en el bloque 54.

En bloque 56, el método 50 calcula un patrón de luminancia eficaz. El patrón de luminancia eficaz puede calcularse a partir de las primeras señales de excitación y las funciones de dispersión puntual conocidas para las fuentes de luz de la capa de fuentes de luz 32. El bloque 56 calcula el patrón de luminancia eficaz a una resolución que es más baja que una resolución de la capa de presentación visual 34. A modo de ejemplo, el bloque 56 puede calcular el patrón de luminancia eficaz a una resolución que es un factor de 4 o más pequeño en cada dimensión (en algunas formas de realización, un factor en el margen de 4 a 16 más pequeño en cada dimensión) que la resolución de la capa de presentación visual 34.

En bloque 60, el patrón de luminancia eficaz calculado en el bloque 58 es muestreado de forma ascendente a la resolución de la capa de presentación visual 34. Esta operación puede realizarse mediante el uso de cualquier técnica de interpolación adecuada, a modo de ejemplo. En el bloque 62, las segundas señales de excitación para la capa de presentación visual se determinan a partir del patrón de luminancia eficaz muestreado en sentido ascendente y los datos de imagen. Las segundas señales de excitación pueden tener en cuenta también características conocidas de la capa de presentación visual y cualesquiera correcciones de imágenes deseadas, correcciones de colores o similares.

En el bloque 64, la primera señal de excitación obtenida en el bloque 54 se aplica a la capa de fuentes de luz y las segundas señales de excitación del bloque 62 se aplican a la capa de presentación visual para visualizar una imagen para ser vista.

La Figura 8 ilustra un método 70 para capturar un patrón de luminancia eficaz. El método 70 puede aplicarse dentro del bloque 56 del método 50 o puede utilizarse dentro de otros contextos. El método 70 se inicia calculando un valor ELP para cada componente de la función de dispersión puntual para las fuentes de luz de la capa de fuentes de luz 32 (bloques 72A, 72B y 72C – colectivamente, bloques 72). Los bloques 72 pueden realizarse en cualquier secuencia o pueden realizarse en paralelo entre sí. La Figura 8 ilustra tres componentes de PSF 73A, 73B y 73C y tres bloques correspondientes 72. El método podría ponerse en práctica con dos o más componentes de PSF 73.

Las componentes de la función de dispersión puntual (PSF) normalmente habrán sido predeterminadas. Una representación de cada componente se memoriza en una posición accesible al procesador 42. Cada uno de los bloques 72 puede comprender, para cada fuente de luz de la capa de fuentes de luz 32, la multiplicación de valores

que definen una componente de la función de dispersión puntual por un valor que representa la intensidad de la fuente de luz. En el bloque 74, los patrones de luminancia eficaz determinados en los bloques 72 se combinan, a modo de ejemplo, sumando, para proporcionar una estimación global del patrón de luminancia eficaz que se obtendría aplicando las primeras señales de excitación a la capa de fuentes de luz 32.

5 La Figura 9 ilustra un método 80 que puede aplicarse para el cálculo de los patrones de luminancia eficaz. El método 80 puede aplicarse a:

- calcular el patrón de luminancia eficaz en el bloque 56 del método 50; o
- 10 • calcular los patrones de luminancia eficaz para componentes individuales de una función de dispersión puntual en los bloques 72 del método 70; o
- aplicarse en otros contextos.

15 El método 80 comienza en el bloque 82 con datos que caracterizan una función de dispersión puntual (o una componente de PSF) para una fuente de luz de capa de fuentes de luz 32 y datos indicativos de con cuánta intensidad la fuente de luz funcionará bajo el control de las primeras señales de excitación. El método 80 combina estos valores (p.ej., multiplicándolos juntos) para obtener un conjunto de valores que caracterizan la contribución de la fuente de luz al patrón de luminancia eficaz en diversas posiciones espaciales.

20 El bloque 84 obtiene componentes de orden superior y de orden inferior de los valores resultantes. En algunas formas de realización, los valores resultantes son palabras de 16 bits, la componente de orden superior es una byte de 8 bits y la componente de orden inferior es un byte de 8 bits.

25 Las contribuciones a ELP se determinan por separado para las componentes de orden superior y las componentes de orden inferior en los bloques 86 y 88. Para cada fuente de luz, la zona de soporte para las que se incluyen valores en la contribución de orden superior de 86 suele ser notablemente menor que la zona de soporte para la que se incluyen valores en la contribución de orden inferior del bloque 88.

30 El bloque 88 normalmente calcula la contribución de orden inferior para puntos situados dentro de la zona de soporte de la contribución de orden superior (bloque 90) por separado para los puntos situados fuera de la zona de soporte de la contribución de orden superior (bloque 92). Los bloques 86, 90 y 92 pueden realizarse en cualquier orden o de forma simultánea.

35 En el bloque 94, las contribuciones de los bloques 86, 90 y 92 se combinan para proporcionar un ELP global. Los cálculos en los bloques 86, 90 y 92 pueden realizarse primariamente o de forma íntegra en el dominio de 8 bits (esto es, utilizando operaciones de 8 bits en operandos de 8 bits) en el caso de que las componentes de orden superior y de orden inferior sean bytes de 8 bits o más pequeñas.

40 Algunas formas de puesta en práctica de la invención comprenden procesadores informáticos que ejecutan instrucciones informáticas que hacen que otros procesadores realicen un método de la invención. A modo de ejemplo, uno o más procesadores en un ordenador u otro controlador de presentación visual pueden poner en práctica los métodos ilustrados en las Figuras 7, 8 o 9 ejecutando instrucciones informáticas en una memoria de programa accesible para los procesadores. La invención puede darse a conocer también en la forma de un producto informático. El producto informático puede comprender cualquier soporte que contenga un conjunto de señales legibles por ordenador por ordenador que comprenden instrucciones que, cuando se ejecutan por un procesador de datos, hacen que el procesador de datos ejecute un método de la invención. Los productos informáticos en conformidad con la invención pueden estar en cualquiera de una amplia diversidad de formas. El producto informático puede comprender, a modo de ejemplo, soportes físicos tales como soporte de memorización de datos magnético incluyendo discos flexibles, unidades de disco duro, soportes de memorización de datos de tipo óptico incluyendo CD-ROM, DVDs, soportes de memorización de datos electrónicos incluyendo memorias ROMs, memoria RAM instantánea o soportes de tipo de transmisión o similares tales como enlaces de comunicaciones digitales o analógicas. Las señales legibles por ordenador en el producto informático pueden comprimirse o encriptarse de modo opcional.

55 En aquellos casos en que una componente (p.ej., un miembro, parte, conjunto, dispositivo, procesador, controlador, colimador, circuito, etc.) es objeto de referencia anterior, a no ser que se indique de otro modo, la referencia a esa componente (incluyendo una referencia a un "medio") debe interpretarse como incluyendo los equivalentes de ese componente que realizan la función de la componente descrita (esto es, que es funcionalmente equivalente), incluyendo componentes que no sean estructuralmente equivalentes a la estructura dada a conocer que realizar la función en la forma de realización ilustrada a modo de ejemplo de la invención.

60 Como será evidente para los expertos en esta técnica según la descripción de la invención anterior, numerosas alteraciones y modificaciones son posibles en la práctica de esta invención sin desviarse por ello de su alcance de protección. A modo de ejemplo,

- la capa de fuentes de luz puede comprender varios tipos diferentes de fuentes de luz que tienen funciones de dispersión puntual diferentes entre sí;
- 5
- la pantalla puede comprender una pantalla de color y los cálculos anteriormente descritos pueden realizarse por separado para cada uno de varios colores.

10 Aunque varios aspectos a modo de ejemplo y formas de realización han sido examinados con anterioridad, los expertos en esta técnica reconocerán algunas modificaciones, permutaciones, adiciones y subcombinaciones. Por lo tanto, está previsto que las siguientes reivindicaciones adjuntas y reivindicaciones posteriormente introducidas se interpreten para incluir todas dichas modificaciones, permutaciones, adiciones y subcombinaciones que estén dentro de su alcance de protección.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para presentar visualmente una imagen en una pantalla (30) que comprende una capa de fuentes de luz (32) y una capa de presentación visual (34), cuyo método comprende:
- determinar (54) primeros valores de excitación para fuentes de luz (33) de la capa de fuente de luz (32) a partir de datos de imagen (48);
- 10 determinar (56) un patrón de luminancia eficaz de la capa de fuentes de luz correspondiente a los primeros valores de excitación, representando el patrón de luminancia eficaz una luminancia estimada en la capa de presentación visual resultante de la aplicación de los primeros valores de excitación a las fuentes de luz (33) de la capa de fuentes de luz (32);
- 15 y determinar segundos valores de excitación para pixels de la capa de presentación visual (34) sobre la base del patrón de luminancia eficaz y de datos de imagen que definen la imagen;
- caracterizado por cuanto que:
- 20 la determinación del patrón de luminancia eficaz comprende:
- determinar el patrón de luminancia eficaz en una primera resolución espacial inferior a una resolución espacial de la capa de presentación visual; y
- 25 aumentar (58) la resolución espacial del patrón de luminancia eficaz desde la primera resolución espacial a una segunda resolución espacial que corresponde a la resolución espacial de la capa de presentación visual antes de determinar los segundos valores de excitación,
- 30 en donde el aumento (58) de la resolución espacial del patrón de luminancia eficaz comprende realizar una interpolación sobre datos que definen el patrón de luminancia eficaz en la primera resolución espacial.
- 35 2. Un método según la reivindicación 1, en donde la resolución de la capa de presentación visual (34) es al menos 4 veces mayor que la primera resolución espacial utilizada en la determinación (56) del patrón de luminancia eficaz en al menos una dimensión.
- 40 3. Un método según la reivindicación 2, en donde la resolución de la capa de presentación visual (34) es al menos 8 veces mayor que la primera resolución espacial utilizada en la determinación del patrón de luminancia eficaz en cada una de dos dimensiones.
- 45 4. Un método según la reivindicación 1, 2 o 3, en donde el aumento (58) de la resolución espacial del patrón de luminancia eficaz comprende realizar una interpolación sobre datos que definen el patrón de luminancia eficaz en la primera resolución espacial.
- 50 5. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en donde la determinación (56) del patrón de luminancia eficaz de la capa de fuentes de luz comprende:
- determinar una contribución al patrón de luminancia eficaz para cada una de una pluralidad de componentes (73A, 73B, 73C) de una función de dispersión puntual para fuentes de luz de la capa de fuentes de luz; y
- combinar (74, 94) las contribuciones al patrón de luminancia eficaz de las componentes (73A, 73B, 73C).
- 55 6. Un método según la reivindicación 5 en donde cada una de las componentes (73A, 73B, 73C) es una componente Gaussiana.
7. Un método según la reivindicación 5 o 6 en donde la función de dispersión puntual es la suma de todas las componentes de la pluralidad de componentes.
- 60 8. Un método según una de las reivindicaciones 5 a 7, en donde cada una de las componentes se representa en la primera resolución espacial.
9. Un método según una de las reivindicaciones 5 a 7, en donde dos o más de las componentes se representan en resoluciones espaciales distintas entre sí.
- 65 10. Un método según la reivindicación 8 o 9 que comprende, antes de combinar las contribuciones al patrón de luminancia eficaz, aumentar la resolución espacial de la contribución realizada por cada una de las componentes a la segunda resolución espacial.

11. Un método según la reivindicación 5 o 6, en donde la combinación de las contribuciones al patrón de luminancia eficaz comprende la aplicación de una inversa matemática de una operación aplicada para descomponer la función de dispersión puntual en la pluralidad de componentes.
- 5 12. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, en donde la determinación de una contribución al patrón de luminancia eficaz para cada una de la pluralidad de componentes de una función de dispersión puntual se realiza sobre una zona de soporte diferente para cada una de dos de las componentes de la función de dispersión puntual.
- 10 13. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde la determinación del patrón de luminancia eficaz de la capa de fuentes de luz comprende:
- para cada una de una pluralidad de fuentes de luz (33) de la capa de fuentes de luz (32):
- 15 determinar por separado (84) las contribuciones al patrón de luminancia eficaz de partes de orden superior y de orden inferior de un conjunto de valores de función de dispersión puntual; y
- combinar (94) las contribuciones al patrón de luminancia eficaz de los valores de función de dispersión puntual de orden superior y de orden inferior.
- 20 14. Un método según la reivindicación 13 en donde los valores de la función de dispersión puntual comprenden palabras de 16 bits y las partes de orden superior y de orden inferior del conjunto de valores de la función de dispersión puntual comprenden palabras de 8 bits.
- 25 15. Un método según la reivindicación 13 o la reivindicación 14, en donde la determinación de las contribuciones al patrón de luminancia eficaz de las partes de orden superior y de orden inferior del conjunto de valores de la función de dispersión puntual se realiza sobre una zona de soporte más grande para las partes de orden inferior del conjunto de valores de la función de dispersión puntual que para las partes de orden superior del conjunto de valores de la función de dispersión puntual.
- 30 16. Un método según la reivindicación 15, en donde la determinación de las contribuciones al patrón de luminancia eficaz de las partes de orden inferior del conjunto de valores de la función de dispersión puntual comprende, por separado, la determinación de una contribución para cada una de:
- 35 la intersección de la zona de soporte de las partes de orden superior y de orden inferior de los valores de la función de dispersión puntual; y
- la parte de la zona de soporte para las partes de orden inferior de los valores de función de dispersión puntual que está fuera de la zona de soporte para las partes de orden superior de los valores de la función de dispersión puntual.
- 40 17. Un método según una de las reivindicaciones 13 a 16 que comprende identificar una zona de soporte para las partes de orden superior de los valores de la función de dispersión puntual determinando un radio R más allá del cual la parte de orden superior de los valores de la función de dispersión puntual es igual a cero.
- 45 18. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 17 que comprende la determinación (88) de la contribución al patrón de luminancia eficaz de las partes de orden inferior del conjunto de valores de la función de dispersión puntual en resoluciones diferentes dentro y fuera de la zona de soporte de las partes de orden superior de los valores de la función de dispersión puntual.
- 50 19. Un método según la reivindicación 18 que comprende la determinación (90, 92) de la contribución al patrón de luminancia eficaz de las partes de orden inferior del conjunto de valores de la función de dispersión puntual a una más alta resolución dentro de la zona de soporte de las partes de orden superior de los valores de la función de dispersión puntual y a una resolución inferior fuera de la zona de soporte de las partes de orden superior de los valores de la función de dispersión puntual.
- 55 20. Un soporte legible por ordenador que contiene instrucciones informáticas que, cuando se ejecutan por un procesador, hacen que el procesador ejecute un método en conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19.
- 60 21. Un aparato (40) para controlar una pantalla (30) que comprende una capa de fuentes de luz (32) y una capa de presentación visual (34), comprendiendo dicho aparato (40):
- un controlador (40) configurado para:
- 65 determinar primeros valores de excitación para las fuentes de luz (33) de la capa de fuentes de luz (32) a partir de datos de imagen (48);

- 5 determinar (56) un patrón de luminancia eficaz de la capa de fuentes de luz (32) que corresponde a los primeros valores de excitación, representando el patrón de luminancia eficaz una luminancia estimada en la capa de presentación visual que resulta de la aplicación de los primeros valores de excitación a las fuentes de luz (33) de la capa de fuentes de luz (32); y
- determinar (62) segundos valores de excitación para pixels de la capa de presentación visual (34) sobre la base de al menos los datos de imagen (48) y el patrón de luminancia eficaz;
- 10 una primera interfaz (44A) conectable a la capa de fuentes de luz (32) para aplicar los primeros valores de excitación a la capa de fuentes de luz (32); y
- una segunda interfaz (44B) conectable a la capa de presentación visual (34) para aplicar los segundos valores de excitación a la capa de presentación visual (34),
- 15 caracterizado por cuanto que:
- el controlador (40) está configurado para: determinar el patrón de luminancia eficaz en una primera resolución espacial menor que una resolución espacial de la capa de presentación visual (34); y aumentar (58) la resolución espacial del patrón de luminancia eficaz a partir de la primera resolución espacial a una segunda resolución espacial correspondiente a la resolución de la capa de presentación visual (34) antes de determinar los segundos valores de excitación, en donde el aumento (58) de la resolución espacial comprende realizar una interpolación sobre datos que definen el patrón de luminancia eficaz en la primera resolución espacial.
- 20 **22.** El aparato según la reivindicación 21 que comprende una capa de fuentes de luz (32) conectada a la primera interfaz (44A) y una capa de presentación visual (34) conectada a la segunda interfaz (44B).
- 23.** El aparato según la reivindicación 22 en donde la capa de fuentes de luz (32) comprende una pluralidad de fuentes de luz individualmente controlables (33).
- 30 **24.** El aparato según la reivindicación 22 en donde la capa de fuentes de luz (32) comprende un conjunto matricial de diodos emisores de luz (33).
- 25.** El aparato según la reivindicación 22 en donde la capa de fuentes de luz (32) comprende una fuente de luz y un modulador dispuesto para modular la luz emitida por la fuente de luz.
- 35 **26.** El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 21 a 25, en donde la capa de presentación visual (34) comprende un modulador del tipo de transmisión que tiene una pluralidad de pixels individualmente controlables (35).
- 40 **27.** El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 21 a 26 en donde la capa de presentación visual (34) comprende un panel de presentación visual de cristales líquidos, LCD.
- 28.** El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 21 a 25 en donde una resolución de la capa de presentación visual (34) es al menos 4 veces mayor que la primera resolución espacial.
- 45 **29.** El aparato según la reivindicación 28 en donde la resolución de la capa de presentación visual (34) es al menos 8 veces mayor que la primera resolución espacial en cada una de dos dimensiones.
- 50 **30.** El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 21 a 29 que comprende un medio para aumentar la resolución espacial del patrón de luminancia eficaz realizando la interpolación sobre datos que definen el patrón de luminancia eficaz.
- 31.** El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 21 a 30 que comprende una memoria de datos (46) accesible al controlador y que contiene información que define una pluralidad de componentes de una función de dispersión puntual para las fuentes de luz (33) de la capa de fuentes de luz (32), en donde el controlador (40) está configurado para evaluar por separado y combinar las contribuciones al patrón de luminancia eficaz correspondiente a cada una de las componentes.
- 55 **32.** El aparato según la reivindicación 31, en donde cada una de las componentes es una componente Gaussiana.
- 33.** El aparato según la reivindicación 32, que comprende un procesador de hardware (42) que proporciona una función que opera directamente sobre las componentes Gaussianas.
- 60 **34.** El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 21 a 33, que comprende un muestreador ascendente para aumentar la resolución espacial de las contribuciones al patrón de luminancia eficaz correspondiente a cada
- 65

una de las componentes para la segunda resolución espacial.

5 **35.** El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 21 a 34 que comprende un medio para determinar una componente del patrón de luminancia eficaz correspondiente a las partes de orden superior de datos y una componente del patrón de luminancia eficaz correspondiente a las partes de orden inferior de los datos.

10 **36.** El aparato según la reivindicación 35, en donde el medio para determinar una componente del patrón de luminancia eficaz que corresponde a partes de orden superior de datos comprende instrucciones informáticas que hacen que un procesador del controlador realice operaciones principalmente en el dominio de 8 bits.

15 **37.** El aparato según la reivindicación 35 o 36, en donde el medio para determinar una componente del patrón de luminancia eficaz correspondiente a las partes de orden inferior de datos comprende instrucciones informáticas que hacen que un procesador del controlador realice operaciones principalmente en el dominio de 8 bits.

20

25

30

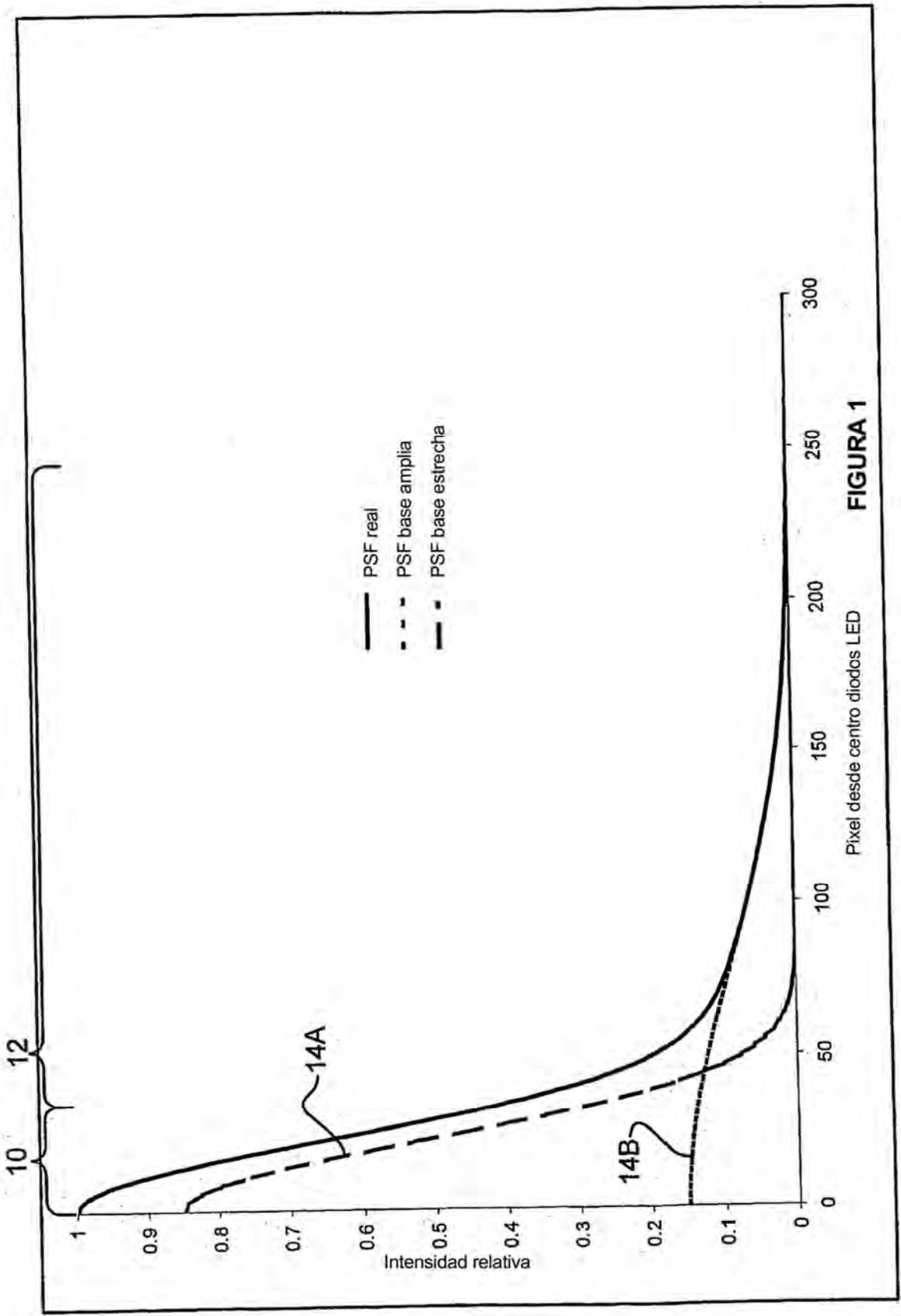


FIGURA 1

PSF original

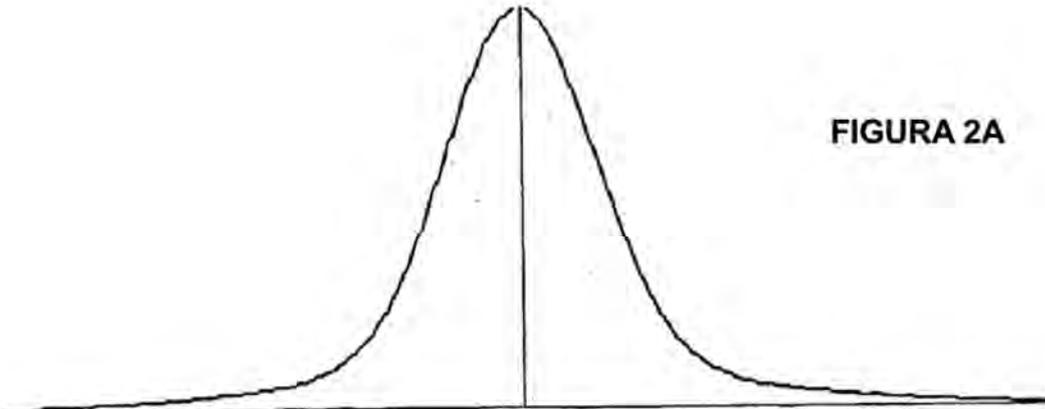


FIGURA 2A

PSF Byte Alto

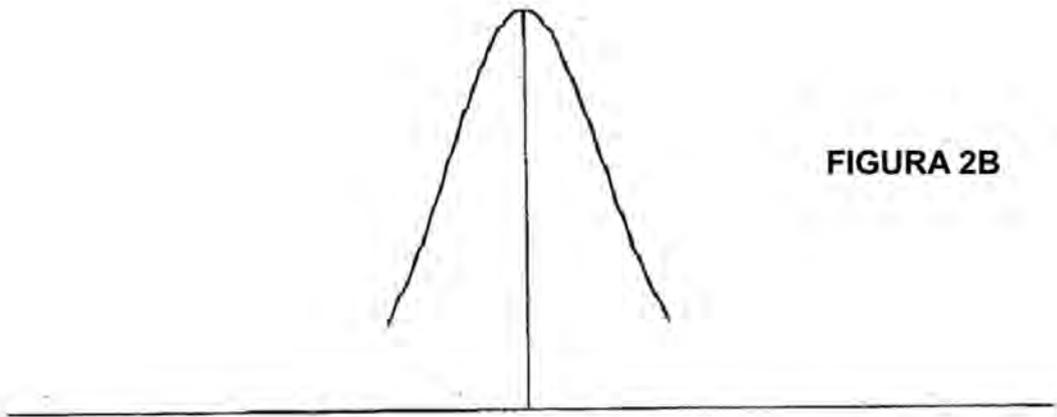


FIGURA 2B

PSF Byte Bajo

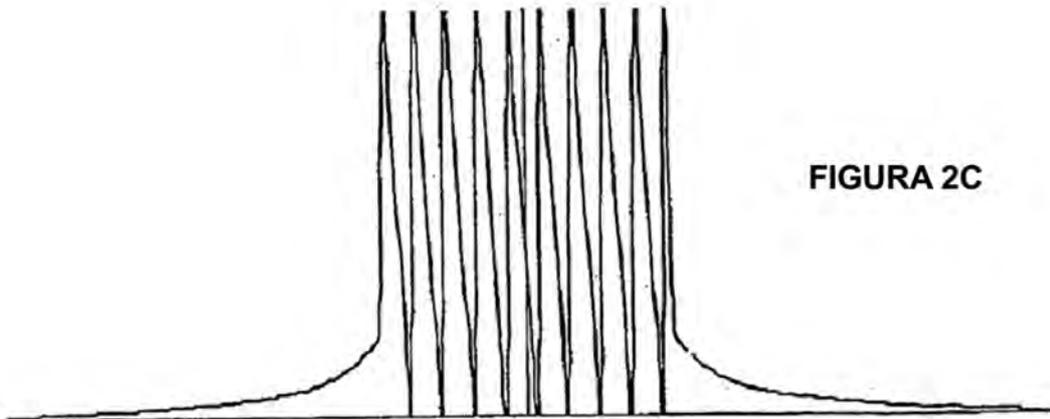


FIGURA 2C

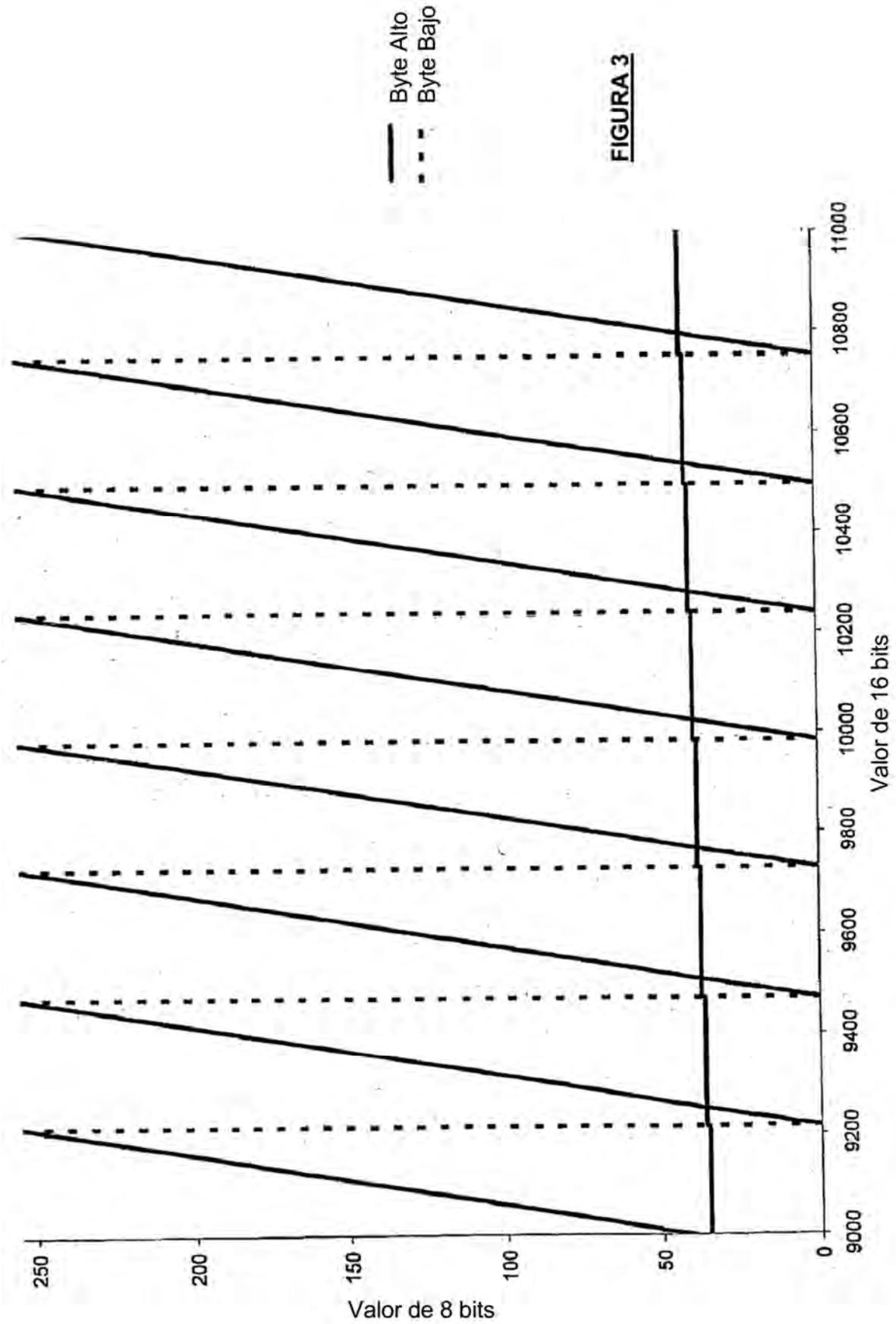


FIGURA 3

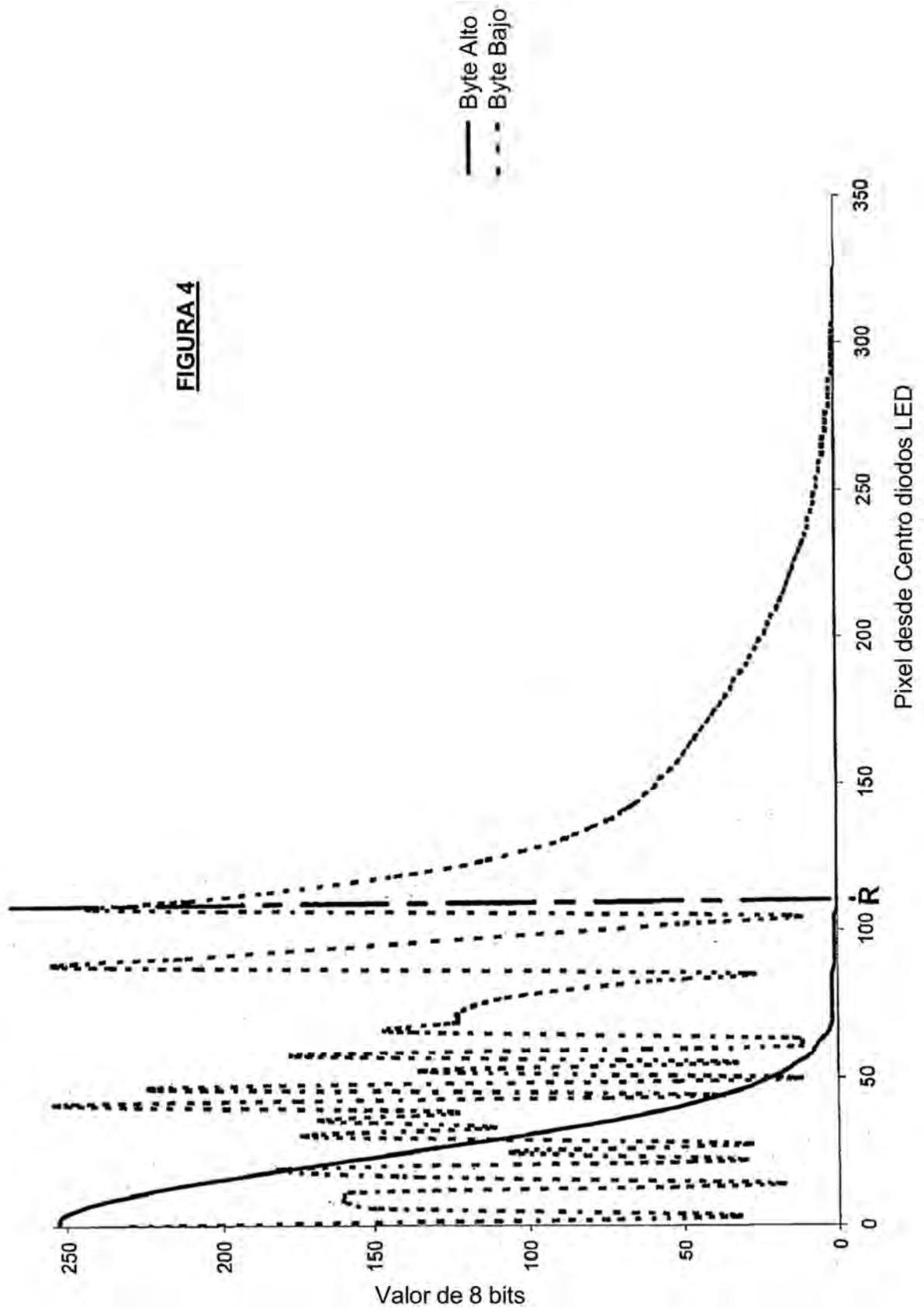
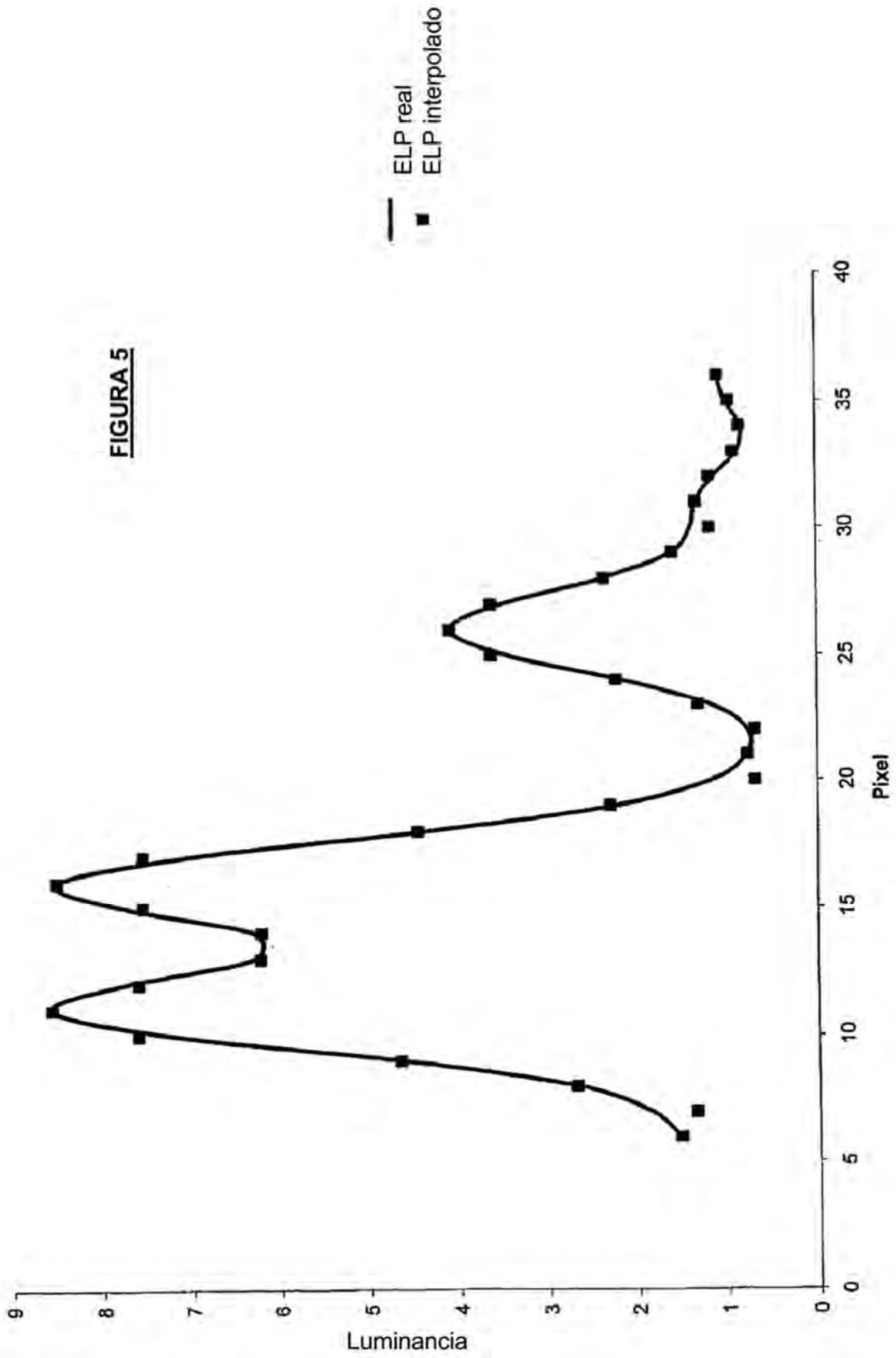


FIGURA 5



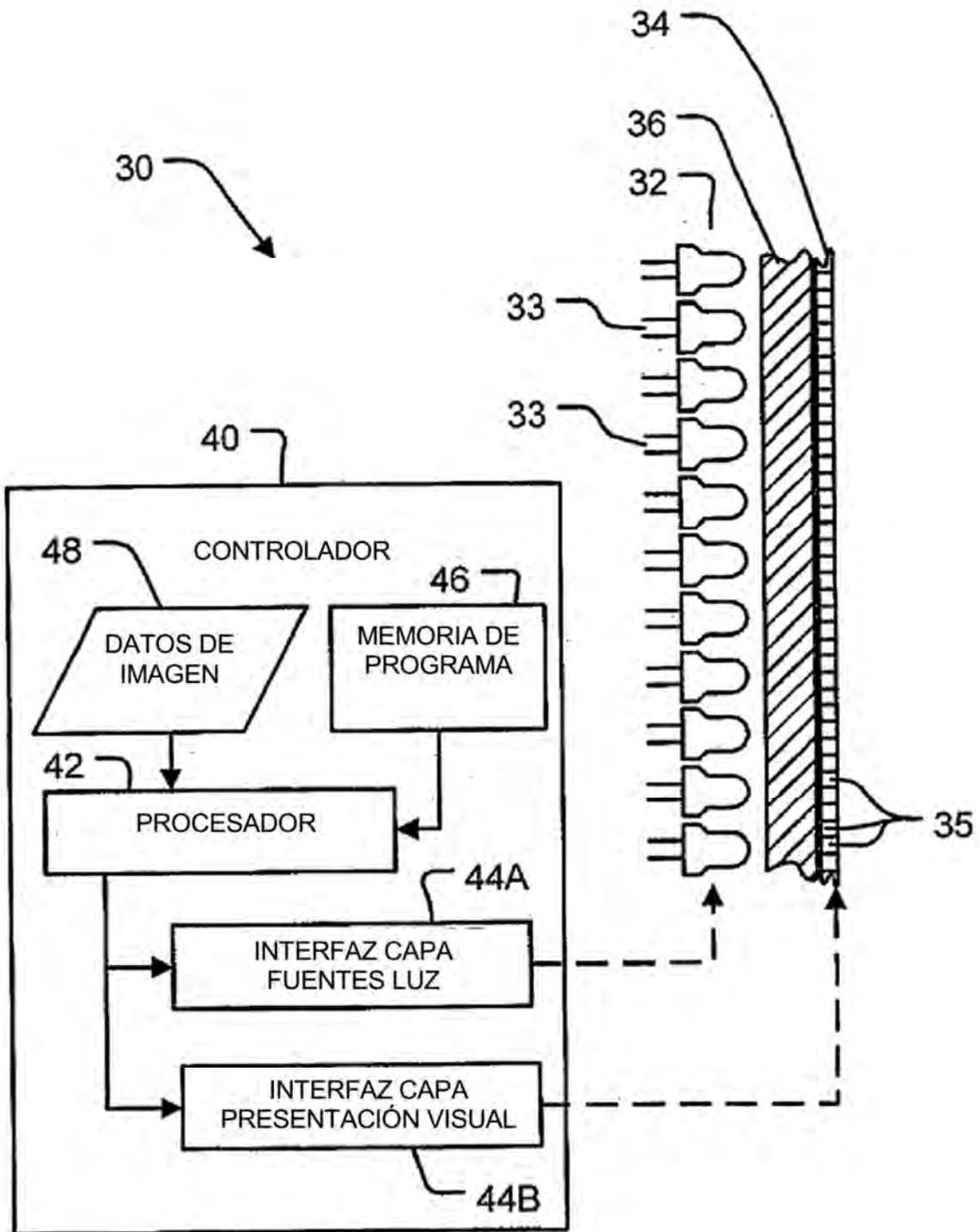


FIGURA 6

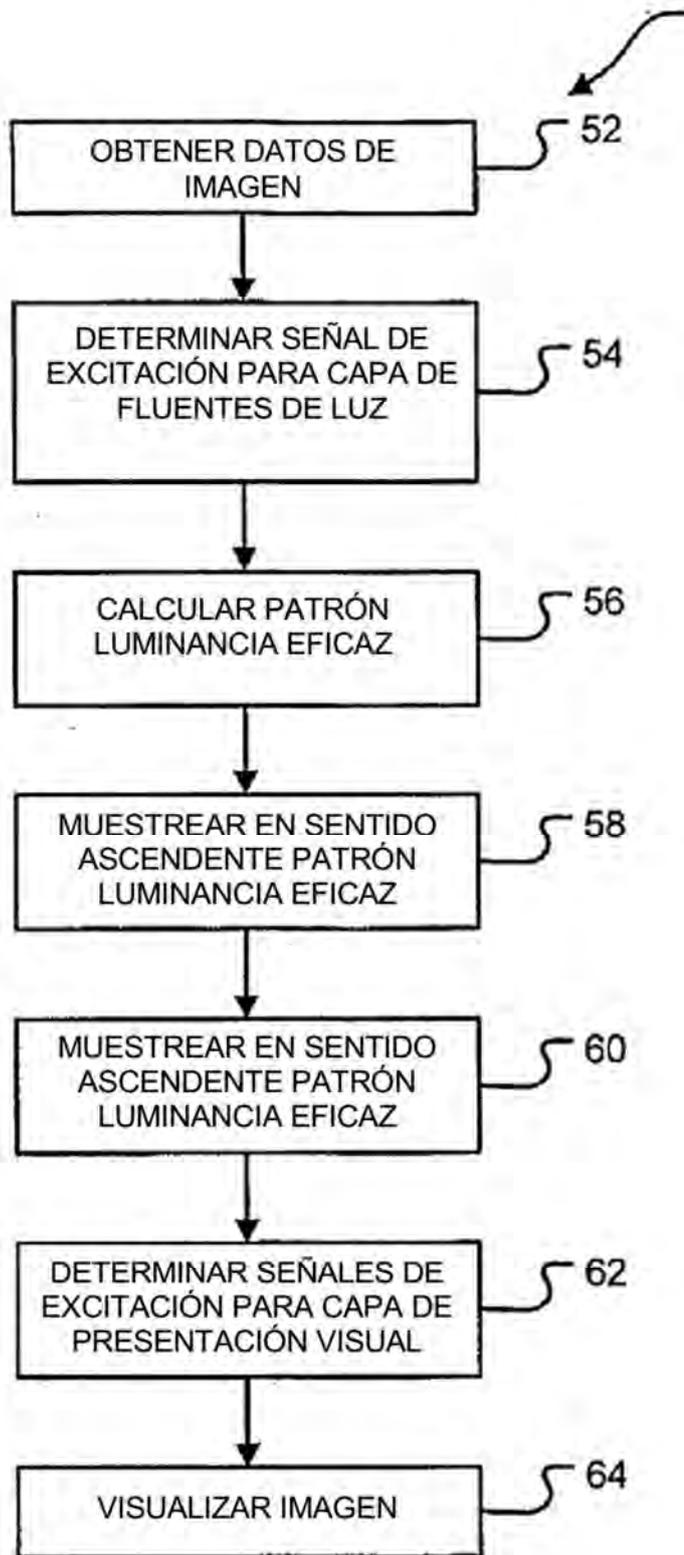


FIGURA 7

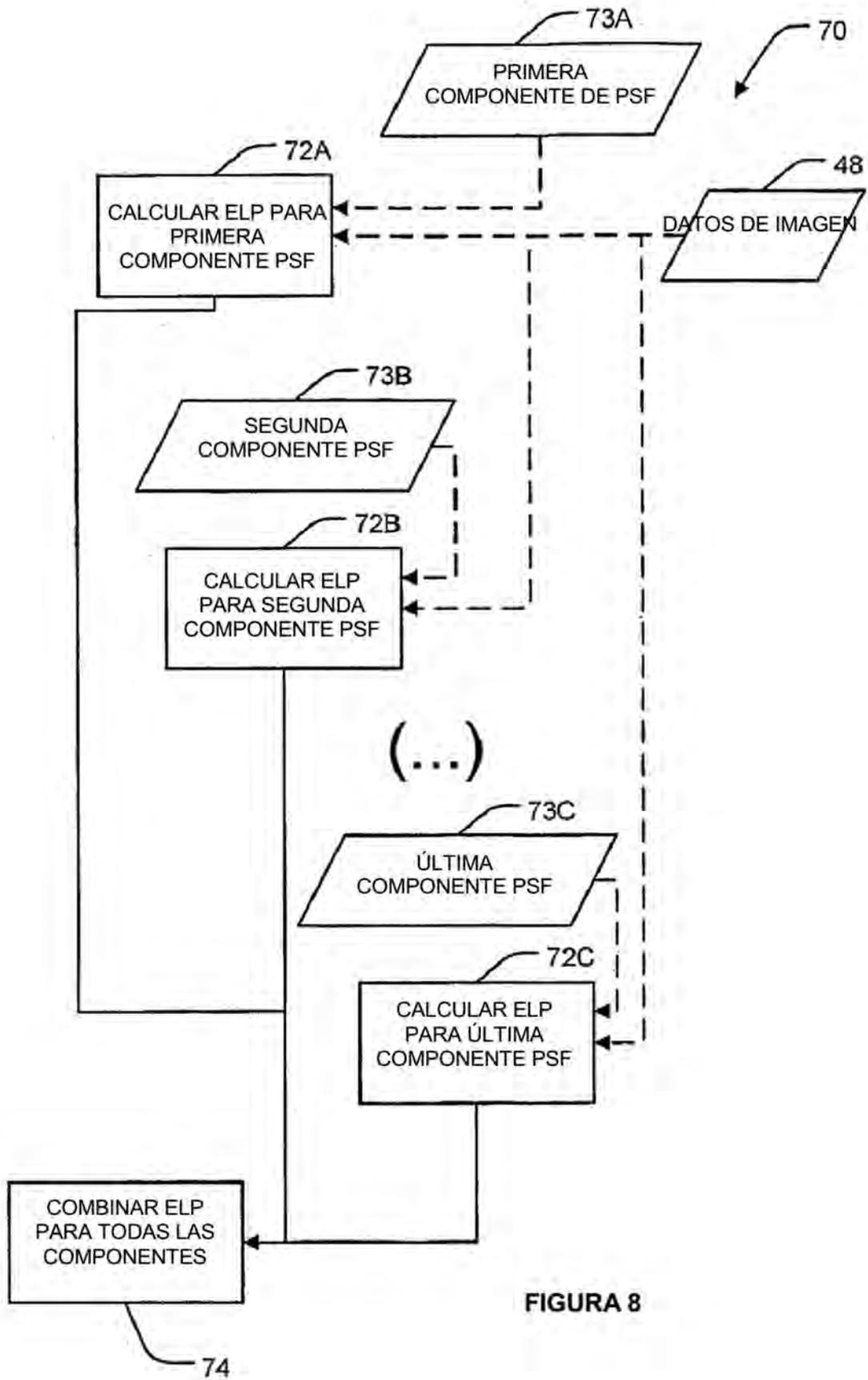


FIGURA 8

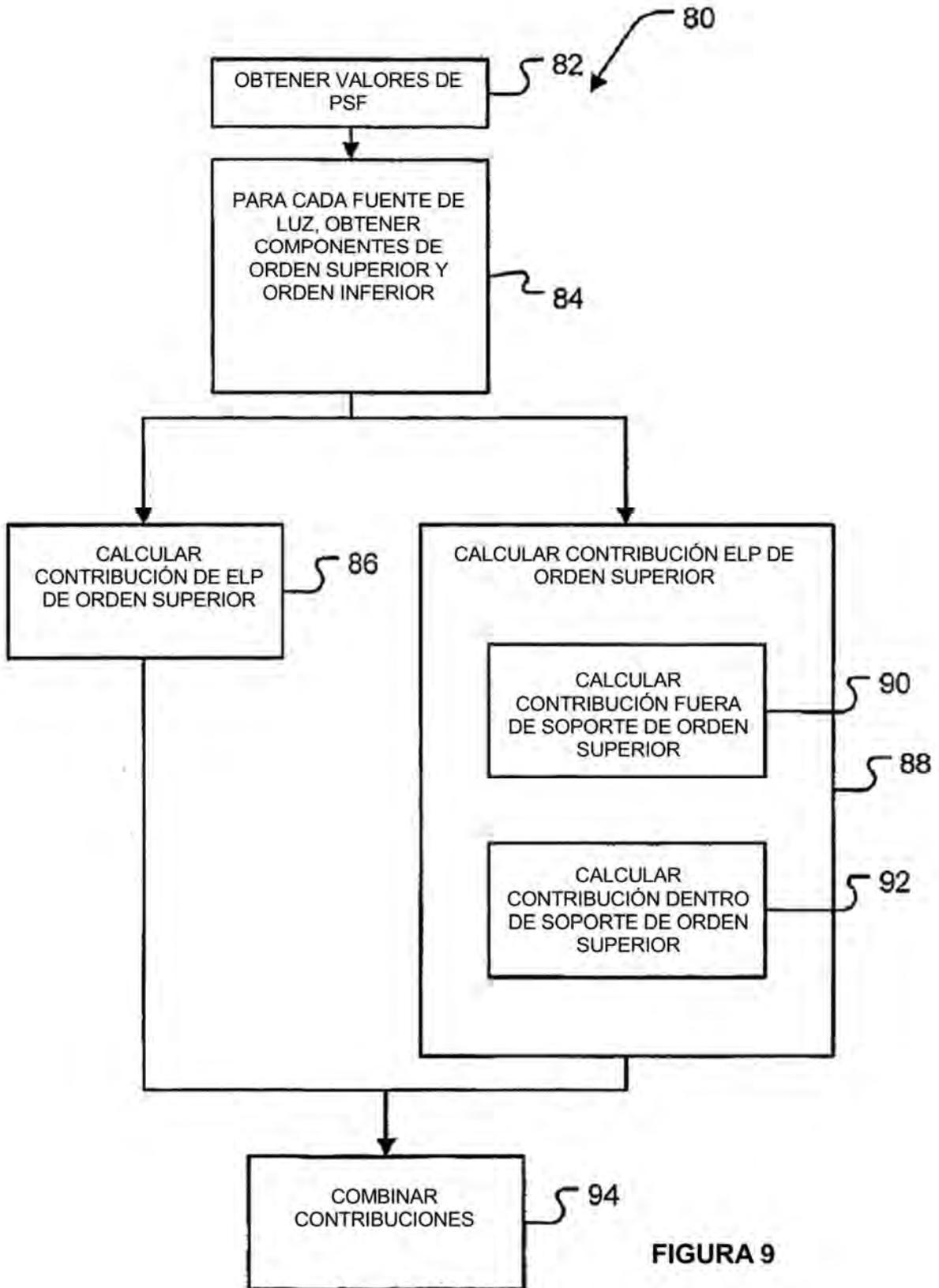


FIGURA 9