



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 353 880**

⑤1 Int. Cl.:
G06T 5/40 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **05104838 .7**

⑨6 Fecha de presentación : **03.06.2005**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1607908**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **21.12.2005**

⑤4 Título: **Sistema y procedimiento para la corrección automática de imágenes digitales.**

③0 Prioridad: **15.06.2004 US 866745**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.03.2011

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.03.2011

⑦3 Titular/es: **MICROSOFT CORPORATION**
One Microsoft Way
Redmond, Washington 98052, US

⑦2 Inventor/es: **White, Steve J.**

⑦4 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 353 880 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

CAMPO TÉCNICO

Las realizaciones de la presente invención se refieren a la corrección de imágenes digitales y, en particular, a la corrección de la exposición y del balance de color en el campo de la fotografía digital.

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Existen muchos casos en los que los niveles de luz en las imágenes requieren un ajuste, por ejemplo, cuando la exposición o el balance de color deben ser corregidos. Con las técnicas convencionales de revelado de fotografía, la corrección se realiza en un cuarto oscuro, ajustando las cantidades de filtro en un ampliador, o bien aumentando o disminuyendo el tiempo de exposición. Ambas de estas técnicas realizan ajustes de luz lineales. Cada vez que la luz o el tiempo se duplican, la exposición de todos los puntos de la imagen se duplica, con independencia de la densidad en cada punto.

La respuesta de una impresión o película a las técnicas de corrección que se han descrito más arriba es no lineal. Por el contrario, la respuesta tiene una curva característica en forma de "S" bastante compleja. En el área de la imagen con más detalle o en la parte central del rango de densidad total, la respuesta es proporcional al logaritmo de la intensidad de la imagen. Por cada duplicación de la exposición, se produce un incremento escalonado constante de la densidad. Por lo tanto, en una carta de escalones, en la que cada zona gris representa una duplicación de la densidad con respecto a la vecina, cada cambio de escalón parece como un incremento de densidad uniforme en relación con su vecina.

Las características de corrección de las cámaras digitales también tienen una respuesta no lineal. Sin embargo, las cámaras digitales típicamente tienen limitaciones físicas en el rango dinámico de detección, que hacen que la curva característica sea diferente típicamente de la curva en forma de "S" (log - lineal) de la película convencional. Esta respuesta no lineal está codificada en las imágenes finales que las cámaras digitales producen en los archivos de imagen (por ejemplo, jpeg o tiff) o de los procesadores de imagen no procesada como una salida. Aunque los datos no procesados reflejan la salida directa desde el sensor y por lo tanto son inherentemente lineales, las cámaras típicas o el software de procesamiento no procesado modifican esta salida para producir una respuesta no lineal en el espacio de color utilizado en visualizadores y dispositivos de edición. Desgraciadamente, las herramientas que proporcionan los dispositivos de edición y los visualizadores no tienen en cuenta la respuesta no lineal, lo que produce unos ajustes pobres del color y la exposición en la mayoría de las situaciones. Los modelos de simple "gamma" de no linealidad de la curva de respuesta producen como resultado unas pobres aproximaciones y están mal preparados para producir los ajustes precisos y visualmente aceptables al color o a la exposición.

Además, las técnicas actuales de corrección de imagen para cámaras digitales, tales como las utilizadas en el software Adobe Photoshop, de Adobe Systems Incorporated se basan en las características específicas de la cámara y, como consecuencia, no pueden ser utilizadas universalmente para todas las cámaras digitales. Por lo tanto, es necesaria una técnica que sea capaz de realizar la corrección de imagen de las imágenes obtenidas por cualquier cámara digital.

En lo que se refiere a la exposición, la figura 8 ilustra una carta de pruebas para una imagen subexpuesta. La carta de pruebas de la figura 8 representa una imagen subexpuesta en una o dos aberturas relativas. El número de apertura relativa indica el tamaño relativo de la apertura de la lente o apertura. El número se obtiene dividiendo la distancia focal f de una lente por su apertura efectiva. En las series convencionales, cada número representa una apertura que admite la mitad de la luz que la anterior. La carta de pruebas que se muestra en la figura 8 puede haber sido subexpuesta, por ejemplo, en dos aberturas relativas a $f/5.6$. La carta de pruebas de la figura 9 muestra una imagen correctamente expuesta en una exposición de $f/2.8$. El cambio de las intensidades de las zonas grises de la figura 8 a la figura 9 puede verse en una comparación de las dos cartas de pruebas.

Si las intensidades relativas de píxel de las zonas de escalas de grises se representan utilizando una herramienta tal como una herramienta Adobe Photoshop Curves, la relación se ilustra como no lineal, como se muestra en una captura de pantalla 600 que se ilustra en la figura 6. El proceso de trazado requiere la medición de cada uno de los puntos trazados. La captura de pantalla 600 ilustra un trazado no lineal 604 que muestra valores subexpuestos en el eje x, 608, y valores de exposición correcta en el eje y, 606. La curva ilustrada muestra una tabla de búsqueda y se puede crear para cada canal RGB de manera que una imagen completa se pueda transformar a

los valores de búsqueda correctos. La herramienta Photoshop Curves muestra la corrección de la respuesta para una subexposición de 4x (2 abertura relativa). Los valores de gris de la imagen subexpuesta en la figura 8 se agruparán funcionalmente con los valores de exposición correcta que se muestran en la figura 9. Como se ha indicado más arriba, usando las herramientas existentes en la actualidad, la relación que se muestra en la figura 6 sólo se puede lograr por medio de mediciones detalladas y laboriosas.

Uno de los enfoques existentes para la corrección de subexposiciones en Adobe Photoshop y otros editores es la corrección del nivel de blanco de punto final. La figura 10 ilustra una carta de pruebas producida mediante esta técnica. Este proceso resulta en un agrupamiento funcional muy diferente a los valores medidos entre los cambios de exposición real en la figura 6. Por el contrario, la relación es lineal en gran medida, como se muestra en la figura 7. Una captura de pantalla 700 de la figura 7 muestra un trazado 704 que incluye valores subexpuestos a lo largo del eje x, 708 y los valores corregidos en el eje y, 706. Como se ilustra en la figura 10, los artefactos de la corrección de nivel de blanco de punto final incluyen la producción de saturación áspera y de alto contraste como efectos secundarios de la corrección intentada.

Además de la corrección de la exposición, otra área en la que a menudo se implementa la corrección de la imagen es el balance de color. Una técnica de uso frecuente para conseguir un equilibrio de color óptimo en las cámaras digitales es una técnica de balance de blancos. Utilizando el balance de blancos, se selecciona en la imagen una zona neutra, o una cierta aproximación de una zona neutra, tal como una nube o una camisa blanca. Las exposiciones de color de canales individuales (ganancia de canal en RGB o CMY) se ajustan a continuación con el fin de hacer que el color neutro aparezca neutro.

Esta técnica adolece de varias deficiencias. Por ejemplo, un único punto blanco no proporcionará una corrección óptima de todos los colores intermedios. La figura 11 ilustra un balance de blancos incorrecto conseguido utilizando luz de tungsteno con un ajuste de luz diurna. La figura 12 ilustra el resultado de ajustar la ganancia de cada canal de color en la imagen para corregir el reparto de color, consiguiendo un punto gris correcto (el tercero desde la izquierda en la fila inferior). Los aspectos más destacados tienen un reparto azul (véase la zona blanca abajo a la izquierda), mientras que las áreas más oscuras se cambian a rojo.

Mediante el uso de curvas de exposición de los canales individuales obtenidos por medio de las características de la cámara medidas, se puede obtener una curva similar a la curva de la figura 6, y por lo tanto mejores resultados, como se muestra en la figura 13. Sin embargo, como se ha explicado más arriba, este proceso es laborioso y requiere de múltiples mediciones individuales.

Las imágenes corregidas que se muestran en las figuras 9 y 13 más arriba fueron corregidas a mano con el programa de edición Adobe Photoshop. Esta técnica tiene éxito cuando existen muchos valores grises conocidos. Sin embargo, a pesar de que la técnica tiene éxito, es intensiva en mano de obra y, a menudo imposible debido a la falta de zonas neutras disponibles como referencia.

Una manera de resolver este problema es trabajar con datos que se encuentren en el espacio lineal en el que doblar la luz significa doblar la intensidad, o un espacio logarítmico en el que cada duplicación de los resultados de la intensidad de luz produce un incremento constante del valor de píxel. Los programas de archivo no procesados tales como Adobe RAW, productos Phase One Raw, y editores de programas no procesados de propiedad de proveedor de hardware independiente (IHV) tales como el Nikon Capture, permiten ajustes en el espacio lineal para facilitar las ganancias simples. Sin embargo, puesto que las cámaras digitales típicamente ya han agrupado funcionalmente las imágenes en un espacio de color no lineal, en el momento en el que la mayoría de los editores de fotos las pueden abrir, esta técnica es simplemente no factible una vez que la imagen ha sido convertida a un espacio de color visualizable por la cámara, tal como sRGB.

En la práctica, se necesita una técnica para obtener un agrupamiento funcional similar al mostrado en la figura 6 en base a un modelo de cámara no lineal. Además, se necesita una solución que se aplique a todas las cámaras digitales y que sea precisa en todo el rango dinámico de la cámara.

La corrección de la exposición en una imagen digital representada se describe en la patente EP 1056272 A1.

BREVE SUMARIO DE LA INVENCION

Las realizaciones de la presente invención se refieren a un procedimiento para la corrección de una imagen captada por un dispositivo de captura de imágenes digital. El procedimiento incluye calcular un logaritmo de un valor de corrección deseado sobre la base de un punto de muestreo y calcular una aproximación a un logaritmo de la iluminación sobre la base de una intensidad de píxel de entrada. El procedimiento incluye adicionalmente calcular un valor de la intensidad de píxel objetivo sobre la base del logaritmo del valor de corrección y del logaritmo aproximado de la iluminación. Además, el procedimiento incluye proporcionar herramientas de corrección de imagen para corregir la imagen para que se corresponda con el valor de intensidad del píxel objetivo.

En un aspecto adicional de la invención, se proporciona un procedimiento para la corrección de una imagen captada por un dispositivo de captura de imágenes digital. El procedimiento incluye la incorporación de constantes que representan las características de un dispositivo de captura de imagen digital arbitraria y calcular una aproximación a un logaritmo de la iluminación sobre la base de las constantes incorporadas y de un valor de intensidad del píxel de entrada. El procedimiento incluye, además, la determinación de una intensidad de píxel objetivo usando la aproximación al logaritmo de la iluminación, un valor de corrección deseado y las constantes incorporadas. Las constantes para cualquier número de dispositivos de captura de imágenes resultan en una intensidad de píxel objetivo idéntica. El procedimiento incluye adicionalmente el suministro de las herramientas de corrección de imagen con el fin de ajustar la imagen a la intensidad de los píxeles objetivos.

En todavía otro aspecto adicional, se proporciona un sistema de corrección de imagen para la corrección de una imagen. El sistema incluye componentes de cálculo del valor de corrección para calcular un valor de corrección deseado basado en un punto de muestreo de entrada y la aproximación a los componentes de cálculo logarítmico de la iluminación para determinar el logaritmo de la iluminación sobre la base de una intensidad de píxel y de las constantes seleccionadas. El sistema también incluye los componentes de cálculo de intensidad logarítmica de píxel objetivo para determinar la intensidad del píxel objetivo con el fin de corregir la imagen basada en el cálculo del valor de corrección, el cálculo de la aproximación del logaritmo de la iluminación, y las constantes seleccionadas. La naturaleza de los cálculos produce unos valores de intensidad de píxel objetivo idénticos, con independencia de las constantes de los dispositivos de captura de la imagen digital responsables de la captura de las imágenes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención se describe en detalle a continuación con referencia a las figuras de los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra una visión general de un sistema de acuerdo con una realización de la invención;
 la figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra los componentes de un módulo de corrección de imagen de acuerdo con una realización de la invención;
 la figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un entorno informático en el que las realizaciones de la invención se pueden implementar;
 la figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra un agrupamiento funcional de control de ganancia de acuerdo con una realización de la invención;
 la figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de corrección de imagen de acuerdo con una realización de la invención;
 la figura 6 muestra una captura de pantalla que muestra un agrupamiento funcional ejemplar para corregir una imagen subexpuesta;
 la figura 7 muestra una captura de pantalla que muestra un ejemplo de una curva de corrección de nivel blanco de punto final;
 la figura 8 ilustra una imagen subexpuesta;
 la figura 9 ilustra un agrupamiento funcional de la imagen subexpuesta de la figura 8 utilizando la curva de la figura 6;
 la figura 10 ilustra un ajuste de la exposición realizado usando puntos finales;
 la figura 11 ilustra un balance de blancos incorrecto;
 la figura 12 ilustra un balance de color basado en la ganancia, y
 la figura 13 ilustra la corrección de imagen usando las características de la cámara medidas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

I. Descripción General del Sistema

Las realizaciones de la invención incluyen un procedimiento y sistema para realizar la corrección de imagen de las imágenes digitales con el fin de aumentar la precisión de la apariencia de las imágenes digitales. Tipos de corrección de imagen pueden incluir la corrección de la exposición y la corrección del balance de blancos. Se proporciona un módulo 10 de corrección de la imagen que es capaz de corregir imágenes a partir de una forma de datos no lineal. El módulo 10 de corrección de imagen se puede incorporar en un sistema informático o en una cámara digital.

La figura 1 muestra una realización en la cual el módulo 10 de corrección de imagen está incorporado en un sistema informático 100. El sistema informático 100 se puede comunicar por medio de una red 300 con un dispositivo 200 de formación de imágenes digitales, tal como una cámara digital. Sin embargo, la presencia de una red es opcional puesto que el dispositivo 200 de formación de imágenes digitales puede estar conectado directamente al sistema informático 100. Además, el sistema informático 100 y el dispositivo 200 de formación de imágenes digitales pueden estar totalmente desconectados. Por el contrario, un dispositivo de almacenamiento de imágenes, tal como una memoria flash RAM, se puede utilizar para transferir imágenes desde el dispositivo 200 de formación de imágenes digitales al sistema informático 100. Además, como se ha establecido más arriba, el módulo 10 de corrección de imagen se puede incorporar directamente en el dispositivo 200 de formación de imágenes digitales.

El módulo 10 de corrección de imagen funciona sobre la base de un algoritmo que procesa arbitrariamente los puntos de calibración de entrada / salida. Por ejemplo, el módulo 10 de corrección de imagen puede tomar un cambio de temperatura de color o muestra de punto blanco y de objetivo y producir curvas de corrección para una imagen completa. La operación del módulo 10 de corrección de imagen se describirá adicionalmente más adelante, en conjunto con el procedimiento de la invención.

La figura 2 muestra detalles adicionales del módulo 10 de corrección de imagen de acuerdo con una realización de la invención. El módulo 10 de corrección de imagen puede incluir componentes 20 de cálculo de valores de corrección, componentes 40 de cálculo logarítmica de la iluminación, y componentes 60 de cálculo de intensidad logarítmica de píxel objetivos. Cada uno de estos componentes se explicará más adelante adicionalmente en relación con el procedimiento de la invención.

II. Entorno de Operación Ejemplar

La figura 3 ilustra un ejemplo de un entorno 100 de un sistema informático adecuado en el cual se puede implementar el módulo 10 de corrección de imagen. El entorno 100 de un sistema informático es sólo un ejemplo de un entorno informático adecuado y no pretende sugerir ninguna limitación en cuanto al alcance del uso o funcionalidad de la invención. Ni el entorno informático 100 debe interpretarse como que tiene cualquier dependencia o requisito en relación con cualquiera o una combinación de los componentes ilustrados en el entorno de funcionamiento 100 ejemplar.

La invención se describe en el contexto general de instrucciones ejecutables por ordenador, tales como módulos del programa, que están siendo ejecutadas por un ordenador. En general, los módulos de programa incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos, etc., que realizan tareas particulares o implementan tipos de datos abstractos en particular. Por otra parte, los expertos en la técnica apreciarán que la invención se puede practicar con otras configuraciones de sistemas informáticos, incluidos dispositivos manuales, sistemas de multiprocesadores, sistemas basados en microprocesadores o electrónica de consumo programable, miniordenadores, ordenadores centrales, y similares. La invención también se puede practicar en entornos informáticos distribuidos en los que las tareas son realizadas por dispositivos de procesamiento remoto que están vinculados a través de una red de comunicaciones. En un entorno informático distribuido, los módulos de programa pueden estar localizados en los medios de almacenamiento de ordenador local y remoto, incluyendo dispositivos de almacenamiento de memoria.

Con referencia a la figura 3, el sistema ejemplar 100 para la implementación de la invención incluye un dispositivo informático de propósito general en forma de un ordenador 110, que incluye una unidad de proceso 120, una memoria de sistema 130, y un bus de sistema 121 que acopla varios componentes del sistema, incluida la memoria del sistema, a la unidad de proceso 120.

El ordenador 110 incluye típicamente una variedad de medios legibles por ordenador. A modo de ejemplo, y no de limitación, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios de almacenamiento de ordenador y medios de comunicación. La memoria del sistema 130 incluye medios de almacenamiento de ordenador en forma de memoria volátil y / o de memoria no volátil, tales como memoria de sólo lectura (ROM) 131 y memoria de acceso

aleatorio (RAM) 132. Un sistema básico de entrada / salida 133 (BIOS), que contiene las rutinas básicas que ayudan a transferir la información entre los elementos en el interior del ordenador 110, por ejemplo durante el arranque, normalmente se almacena en la ROM 131. La RAM 132 normalmente contiene datos y / o módulos de programas que son inmediatamente accesibles y / o que están siendo operados actualmente por la unidad de proceso 120. A modo de ejemplo, y no de limitación, la figura 3 ilustra el sistema operativo 134, programas de aplicación 135, otros módulos de programa 136, y los datos de programa 137.

El ordenador 110 también puede incluir otros medios de almacenamiento de ordenador removibles / no removibles, volátiles / no volátiles. A modo de ejemplo solamente, la figura 3 ilustra una unidad de disco duro 141 que lee o escribe en medios magnéticos de comunicación no removibles, no volátiles, una unidad de disco magnético 151 que lee o escribe en un disco magnético removible, no volátil 152, y una unidad de disco óptico 155 que lee o escribe en un disco óptico removible, no volátil 156, tal como un CD-ROM u otros medios ópticos. Otros medios de almacenamiento de ordenador removibles / no removibles, volátiles / no volátiles que se pueden utilizar en el entorno de operación ejemplar incluyen, pero no se limitan a, los casetes de cinta magnética, tarjetas de memoria flash, discos versátiles digitales, video digital, memoria RAM de estado sólido, memoria ROM de estado sólido, etc. La unidad de disco duro 141 está conectada típicamente al bus 121 del sistema a través de una interfaz de memoria no removible, tal como la interfaz 140, y la unidad de disco magnético 151 y la unidad de disco óptico 155 están conectadas típicamente al bus 121 del sistema por una interfaz de memoria removible, tal como la interfaz 150.

Las unidades y sus correspondientes medios de almacenamiento de ordenador que se han discutido más arriba y que se ilustran en la figura 3, proporcionan el almacenamiento de instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa y otros datos para el ordenador 110. En la figura 3, por ejemplo, la unidad de disco duro 141 se ilustra como un sistema operativo de almacenamiento 144, programas de aplicación 145, otros módulos de programa 146, y datos de programa 147. Se hace notar que estos componentes pueden ser iguales o diferentes al sistema operativo 134, programas de aplicación 135, otros módulos de programa 136, y datos del programa 137. Al sistema operativo 144, programas de aplicación 145, otros módulos de programa 146, y datos de programa 147 se les dan números diferentes para ilustrar que, como mínimo, son copias diferentes. Un usuario puede introducir comandos e información en el ordenador 110 a través de dispositivos de entrada, tales como un teclado 162 y dispositivo de puntero 161, comúnmente conocido como ratón, bola de seguimiento o tablero táctil. Otros dispositivos de entrada (no mostrados) puede incluir un micrófono, palanca de juegos, tableta de juegos, antena parabólica, escáner o similares. Estos y otros dispositivos de entrada están conectados a menudo a la unidad de proceso 120 a través de una interfaz de entrada de usuario 160 que está acoplada al bus del sistema, pero puede estar conectada por otras estructuras de interfaz y de bus, tales como un puerto paralelo, puerto de juego o un bus serie universal (USB). Un monitor 191 u otro tipo de dispositivo de visualización también está conectado al bus 121 del sistema a través de una interfaz, tal como una interfaz de vídeo 190. Además del monitor, los ordenadores también pueden incluir otros dispositivos de salida de periféricos tales como altavoces 197 e impresora 196, que pueden estar conectados a través de una interfaz periférica de salida 195.

El ordenador 110 en la presente invención operará en un entorno de red mediante conexiones lógicas a uno o varios ordenadores remotos, tales como un ordenador remoto 180. El ordenador remoto 180 puede ser un ordenador personal, y típicamente incluye muchos o todos los elementos que se han descrito más arriba en relación con el ordenador 110, aunque sólo un dispositivo de almacenamiento de memoria 181 se ha ilustrado en la figura 3. Las conexiones lógicas representadas en la figura 3 incluyen una red de área local (LAN) 171 y una red de área amplia (WAN) 173, pero también puede incluir otras redes.

Cuando se utiliza en un entorno de red LAN, el ordenador 110 está conectado a la LAN 171 a través de una interfaz de red o adaptador 170. Cuando se utiliza en un entorno de red WAN, el ordenador 110 incluye típicamente un módem 172 u otros medios para establecer comunicaciones a través de la WAN 173, tales como el Internet. El módem 172, que puede ser interno o externo, se puede conectar al bus 121 del sistema a través de la interfaz de entrada 160 de usuario, o de otro mecanismo apropiado. En un entorno de red, los módulos del programa que se muestran en relación con el ordenador 110, o porciones de los mismos, pueden ser almacenados en el dispositivo de almacenamiento de memoria remoto. A modo de ejemplo, y no de limitación, la figura 3 ilustra los programas de aplicación remotos 185 como residentes en el dispositivo de memoria 181. Se apreciará que las conexiones de red que se muestran son ejemplares y se pueden utilizar otros medios para establecer un vínculo de comunicación entre los ordenadores.

Aunque no se muestran muchos otros componentes internos del ordenador 110, los expertos en la técnica apreciarán que tales componentes y la interconexión son bien conocidos. Como consecuencia, no es necesario desvelar detalles adicionales referentes a la construcción interna del ordenador 110 en relación con la presente invención.

III. Sistema y Procedimiento de la Invención

5 Como se ha establecido más arriba, las figuras 1 y 2 muestran un módulo 10 de corrección de imagen para corregir imágenes digitales. El módulo 10 de corrección de imagen es capaz de realizar correcciones a la ganancia total para la corrección de la exposición y de corregir ganancias de canales individuales para la corrección de punto de color blanco. El módulo 10 de corrección de imagen realiza estas correcciones teniendo en cuenta las transformaciones directas e inversas del espacio lineal a no lineal.

10 Como se ha mencionado más arriba, la película tiene características de respuesta lineal en un «pie» de baja exposición de la curva y características de respuesta aproximadamente logarítmicas en una región de respuesta central. Las cámaras digitales tienen características de respuesta muy similares. Pruebas de numerosas cámaras digitales muestran que la respuesta puede ser modelada con precisión usando una forma cuadrática en la que D es la intensidad de píxel y LogI es el logaritmo de la iluminación.

$$D = a(\text{Log}I)^2 + b\text{Log}I + c \quad (1)$$

15 Los símbolos a, b, y c representan constantes que suelen ser específicas de cada cámara digital. La relación cuadrática logarítmica de la ecuación (1) tiene una forma muy similar a la característica de la película sobre la mayor parte del rango de un sensor. La relación únicamente se aparta significativamente cuando la intensidad se acerca a su máximo. En esta región, la curva característica de la película disminuye. Por el contrario, la transición de los sensores digitales suele ser más brusca. La característica de respuesta más brusca típicamente resulta en la propensión de las cámaras digitales a capturar los detalles mínimos en las regiones brillantes. De esta manera, aunque la técnica se aproxima a las características de la película, la reproducción no es exacta.

20 El LogI en la ecuación anterior (1) se puede calcular por medio del uso de la solución de la raíz cuadrática:

$$\text{Log}I = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4a(c - D)}}{2a} \quad (2)$$

25 La ecuación (2) puede ser utilizada por los componentes 40 de cálculo del logaritmo de la iluminación del módulo 10 de corrección de imagen para calcular una aproximación a LogI. Por lo tanto, dados unos coeficientes de características arbitrarias a, b, c, de la cámara, en las ecuaciones anteriores, el módulo 10 de corrección de imagen puede implementar el componente 60 de cálculo de intensidad logarítmica de píxel objetivo para calcular una curva objetivo en la que se traza un valor de píxel objetivo, representado por D' con respecto a un valor D de píxel de entrada. Se pueden crear curvas para todos los valores posibles de D. Por lo general los valores de D pueden variar entre 0 y 255. También se pueden utilizar valores adicionales.

30 La figura 4 ilustra una realización de un control de ganancia por medio de un agrupamiento funcional de un dominio de LogI para cada punto de muestreo D. Como paso preliminar, se calcula un valor de corrección, LogM. Tomando un punto de muestreo, el sistema realiza una transformación de D a LogI en 240 usando la ecuación (2). La cantidad de corrección de logM calculada de antemano se agrega a LogI en 210. Se realiza una transformación de LogI a D en 240 usando la ecuación (1). Por medio de esta técnica, se consigue un agrupamiento funcional tal como el que se muestra en 230. El proceso se puede repetir para múltiples entradas de puntos de muestreo.

35 Cada cámara tiene generalmente coeficientes de características a, b, y c muy diferentes para aproximar mejor sus curvas de respuesta. Sin embargo, los componentes del cálculo que se han descrito más arriba han demostrado ser independientes de los coeficientes. Cualquier opción diferente de cero de los coeficientes a, b, o c produce exactamente los mismos resultados. El sistema puede implementar valores para una cámara arbitraria, tal como los valores de la Nikon D100, y obtener las curvas correctas para todas las cámaras. El sistema puede utilizar configuraciones arbitrarias (no cero) de a, b, o c y obtener exactamente los mismos valores de la curva.

40 La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso para corregir una imagen de acuerdo con una realización de la invención. En el Paso A, el módulo 10 de corrección de imagen puede calcular logM, que es el logaritmo de la cantidad de corrección deseada (si la ganancia M = 10; logM = 1 para cálculos logarítmicos en base 10). La base utilizada en los cálculos logarítmicos es arbitraria y se puede utilizar cualquier base. Un procedimiento

para obtener el valor de corrección logM es tener un único par de entrada / salida de muestra para calcular la ganancia tal como una muestra de punto blanco en la imagen o un límite de punto blanco en un control de ajuste de niveles. El cálculo de la ganancia logM se puede lograr por medio del uso de la ecuación (3) que sigue:

$$(3) \text{ LogM} = \text{LogI}(\text{Dsalida}) - \text{LogI}(\text{Dentrada})$$

5 En el paso B, los componentes 40 de cálculo del logaritmo de la iluminación calculan una aproximación a la intensidad logarítmica (LogI) sobre la base de una entrada (D) de intensidad de píxel arbitraria usando la ecuación (2) anterior.

10 En el paso C, el sistema añade logM a LogI. En el paso D, el componente 60 de cálculo de intensidad logarítmica de píxel objetivo calcula el objetivo D' (agrupamiento funcional corregido para D) de la ecuación (1) anterior. La forma genérica de la ecuación (1), que se proporciona más arriba, se puede reescribir como $D' = a(\text{LogI} + \text{LogM})^2 + b(\text{LogI} + \text{LogM}) + c$ para llevar a cabo este paso.

En el paso E, el sistema determina si los nuevos valores de píxel candidatos se encuentran disponibles y se vuelve al paso B para repetir los pasos B, C y D para cada valor de píxel candidato disponible.

15 La utilización de la técnica que se ha descrito más arriba, se puede calcular la calibración sobre la base de un único punto de calibración por curva. A continuación, se puede crear una tabla de búsqueda o curva para cada canal RGB. De esta manera, una imagen completa se puede transformar a los valores de píxel correctos.

20 El proceso de traducir al espacio LogI y retornar proporciona una buena aproximación para casi todas las cámaras digitales. Aunque los coeficientes varían entre las cámaras, las correcciones obtenidas por medio de la ecuación (1) son completamente invariantes con estos coeficientes. Un modelo computacional simple de la curva característica de la cámara permite los cálculos de las correcciones en el espacio Logaritmo - Intensidad y obtiene agrupaciones funcionales precisas en el espacio de imagen no lineal. Un artefacto de este cálculo es que los resultados son invariantes con la variación de los parámetros del modelo de cámara. Por lo tanto, la conversión es operable para una amplia gama de cámaras.

25 En resumen, el trabajo en espacio no procesado (lineal) o el espacio logaritmo - intensidad es importante para obtener buen color y correcciones de la exposición, pero requiere modelos precisos de las características del sensor y por lo tanto está fuertemente acoplado a las especificaciones del fabricante. Trabajar en sRGB u otros espacios de color no lineal es conveniente y aplicado ampliamente, pero estos espacios no se prestan a las correcciones de color o de exposición precisas. De esta manera, el proceso actualmente propuesto de agrupamiento funcional retornando al espacio logaritmo - intensidad desde el espacio no lineal, aplicando la corrección y a continuación agrupar funcionalmente los resultados, resuelve el problema de una manera robusta, precisa, y altamente general que proporciona la mejor precisión y características generales de ambos modelos y obvia sus inconvenientes.

35 Aunque se han ilustrado y descritos realizaciones particulares de la invención en detalle en la presente memoria descriptiva, se debe entender que se pueden realizar distintos cambios y modificaciones a la invención sin separarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones que se describen en la presente memoria descriptiva pretenden ser en todos los aspectos ilustrativas y no restrictivas. Las realizaciones alternativas serán evidentes para los expertos en la técnica a la que pertenece la invención sin salir de su alcance, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

40 De lo que antecede, se podrá apreciar que esta invención está bien adaptada para lograr todos los fines y objetos que se han establecido más arriba, junto con otras ventajas, que son obvias e inherentes al sistema y procedimiento. Se entenderá que determinadas características y subcombinaciones son de utilidad y se pueden emplear sin referencia a otras características y subcombinaciones. Esto se contempla y se encuentra dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la corrección de una imagen digital capturada por un dispositivo de captura de imágenes digitales, comprendiendo el procedimiento:

- 5 calcular un logaritmo de un valor de corrección deseado, logM, sobre la base de entrada / salida de punto de muestreo;
 calcular una aproximación al logaritmo de la iluminación, LogI, sobre la base de una intensidad de píxel de entrada, en la que la aproximación al logaritmo de la iluminación se calcula de acuerdo con la ecuación:

$$\text{LogI} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4a(c - D)}}{2a},$$

- 10 en la que D es la intensidad de píxel y a, b, y c son constantes arbitrarias de un dispositivo de captura de imágenes;
 calcular un valor de la intensidad de píxel objetivo, D', sobre la base del logaritmo del valor de la corrección deseado y la aproximación al logaritmo de la iluminación, en la que el valor de la intensidad de píxel objetivo es independiente de cualquier opción distinta de cero de a, b, y c; y
 corregir la imagen para que corresponda al valor de la intensidad de píxel objetivo.

- 15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el logaritmo del valor de corrección deseado logM se calcula de acuerdo con la ecuación: $\log M = \text{LogI} (D_{\text{salida}}) - \text{LogI} (D_{\text{entrada}})$, en la que Dentrada y Dsalida son las intensidades de píxel del punto de muestreo de entrada y de salida, respectivamente.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el valor de la intensidad de píxel objetivo D se calcula de acuerdo con la ecuación $D' = a (\text{LogI})^2 + b \text{LogI} + c$.

- 20 4. Un medio legible por ordenador que almacena instrucciones ejecutables por ordenador para llevar a cabo los pasos de cálculo del procedimiento de la reivindicación 1.

5. Un sistema de corrección de imagen para la corrección de una imagen capturada por un dispositivo de captura de imagen digital, comprendiendo el sistema:

- 25 un medio de cálculo para calcular un logaritmo de un valor de corrección deseado, logM, sobre la base de punto de muestreo de entrada / salida;
 un medio de cálculo para calcular una aproximación de un logaritmo de la iluminación, LogI, sobre la base de una intensidad de píxel de entrada, en el que la aproximación al logaritmo de la iluminación se calcula de acuerdo con la ecuación:

$$\text{LogI} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4a(c - D)}}{2a},$$

- 30 en la que D es la intensidad de píxel y a, b, y c son constantes arbitrarias de un dispositivo de captura de imágenes;

un medio de cálculo para calcular un valor de la intensidad de píxel objetivo, D', sobre la base del logaritmo del valor de la corrección deseada y la aproximación del logaritmo de la iluminación, en la que el valor de la intensidad de píxel objetivo es independiente de cualquier opción de a, b y c distinta de cero, y

- 35 un medio de corrección para corregir la imagen para que se corresponda con el valor de la intensidad de píxel objetivo.

6. El sistema de corrección de imagen de la reivindicación 5, en el que el logaritmo del valor de corrección deseado, LogM, se calcula de acuerdo con la ecuación: $\log M = \text{LogI} (D_{\text{salida}}) - \text{LogI} (D_{\text{entrada}})$, en la que Dentrada y Dsalida son las intensidades de píxel del punto de muestreo de entrada / salida, respectivamente.

- 40 7. El sistema de corrección de imagen de la reivindicación 5, en el que el valor de la intensidad de píxel objetivo D se calcula de acuerdo a la ecuación $D' = a (\text{LogI})^2 + b \text{LogI} + c$.

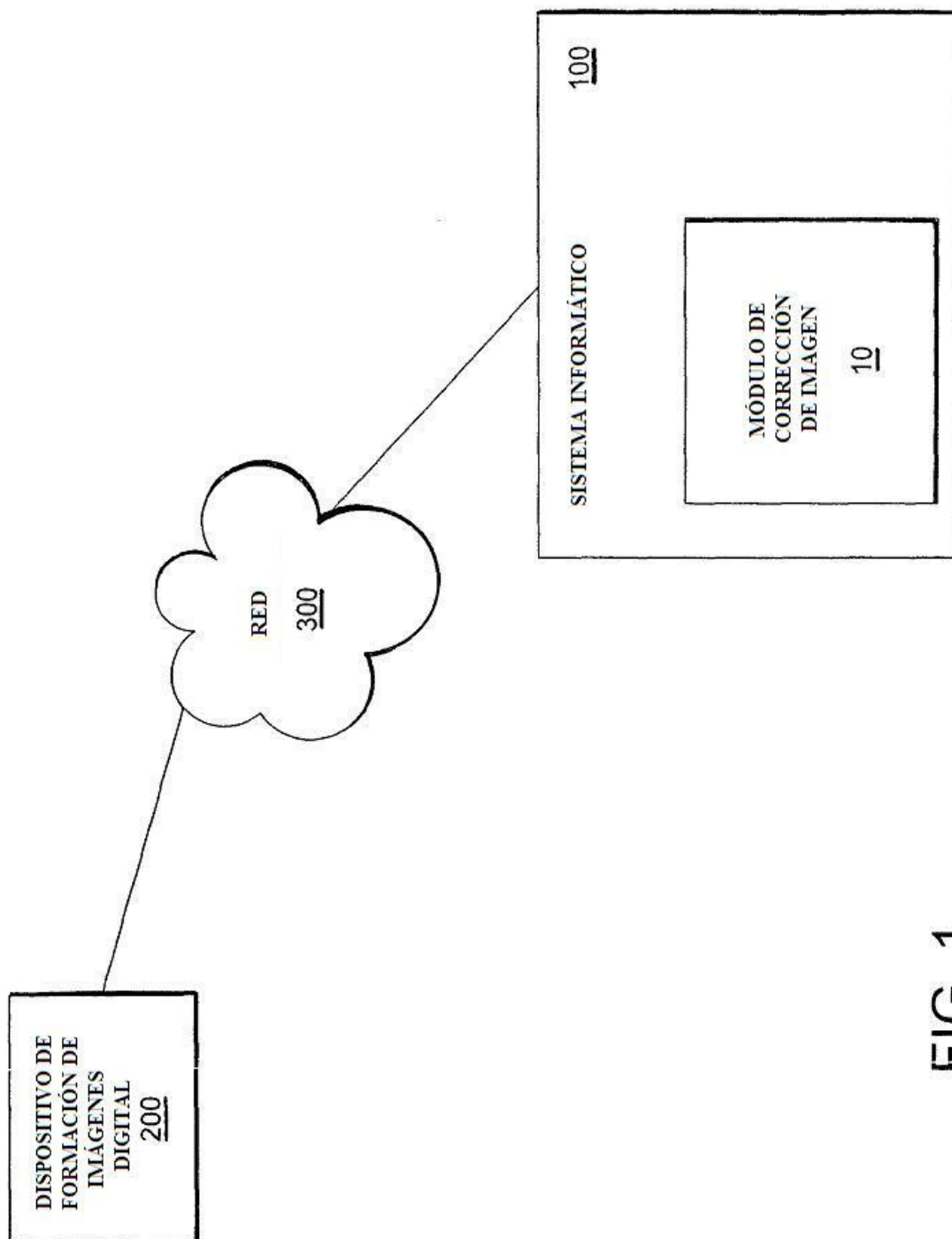


FIG. 1

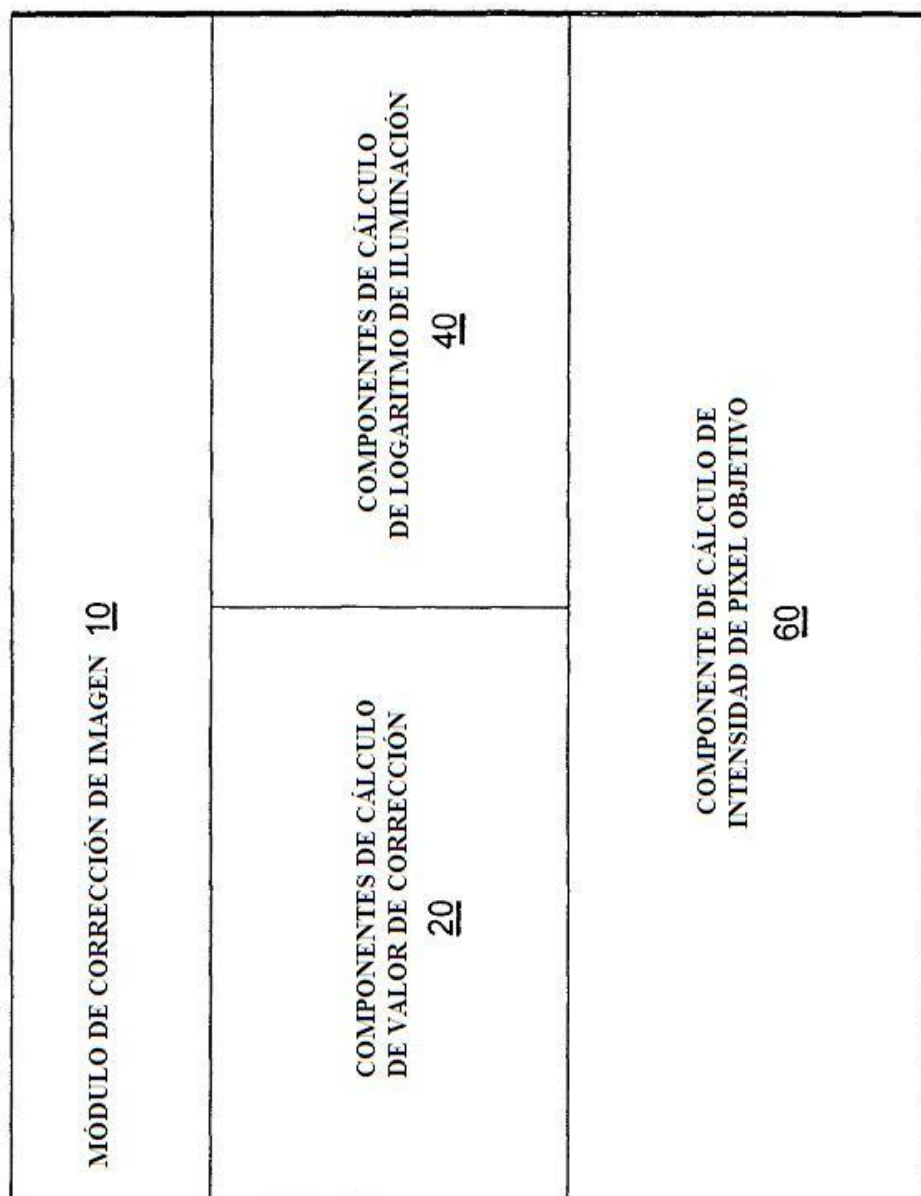


FIG. 2

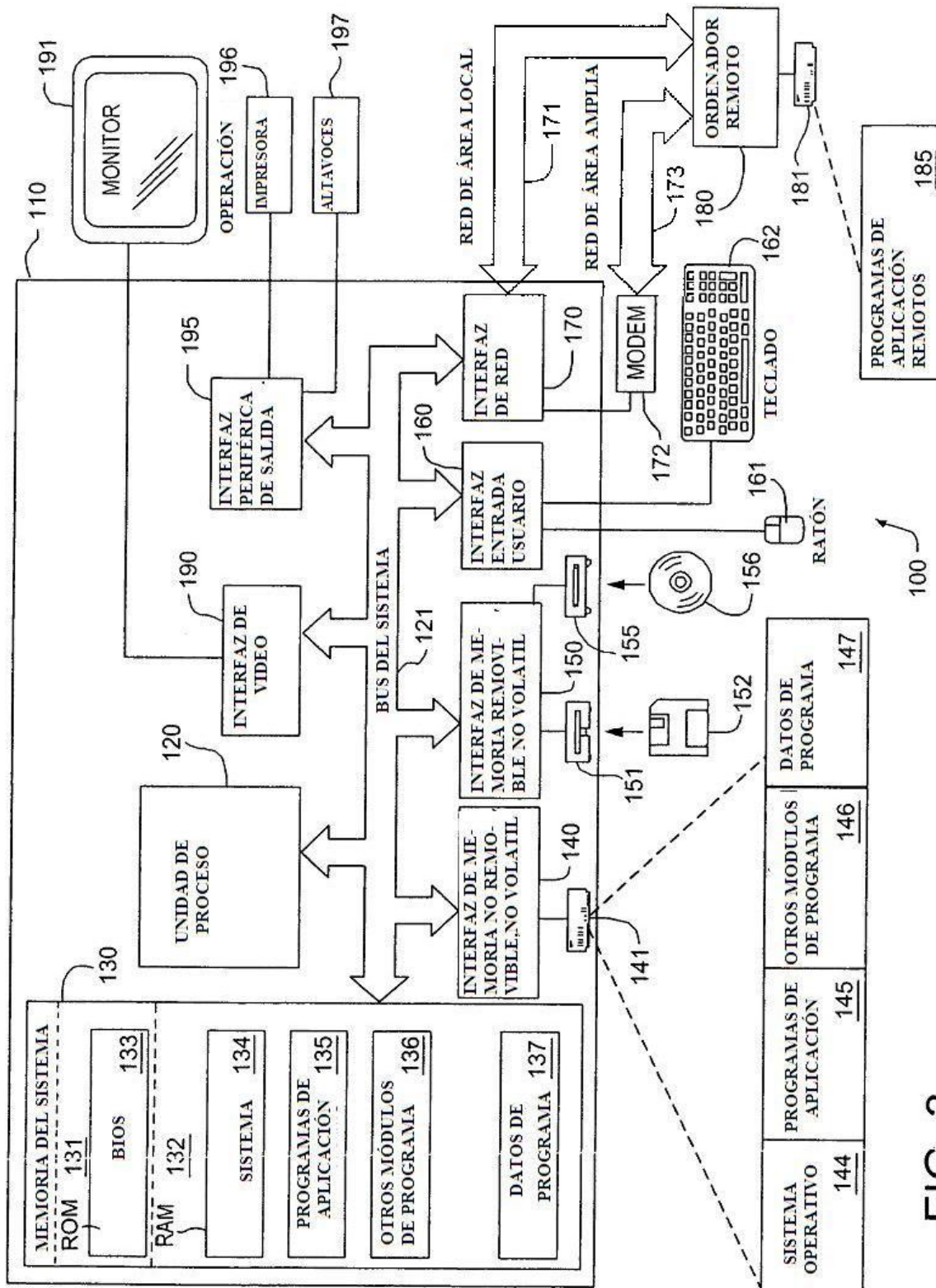


FIG. 3

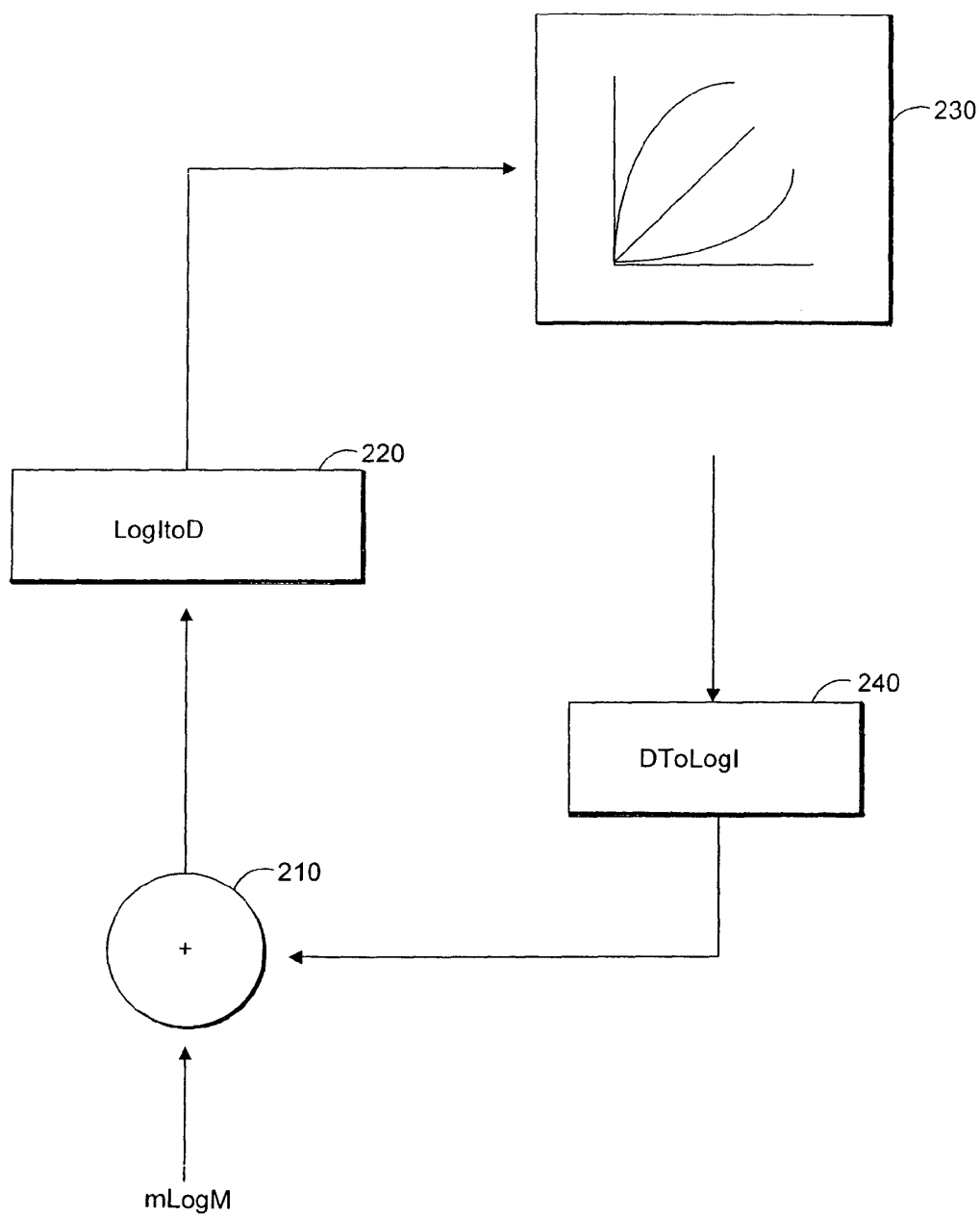
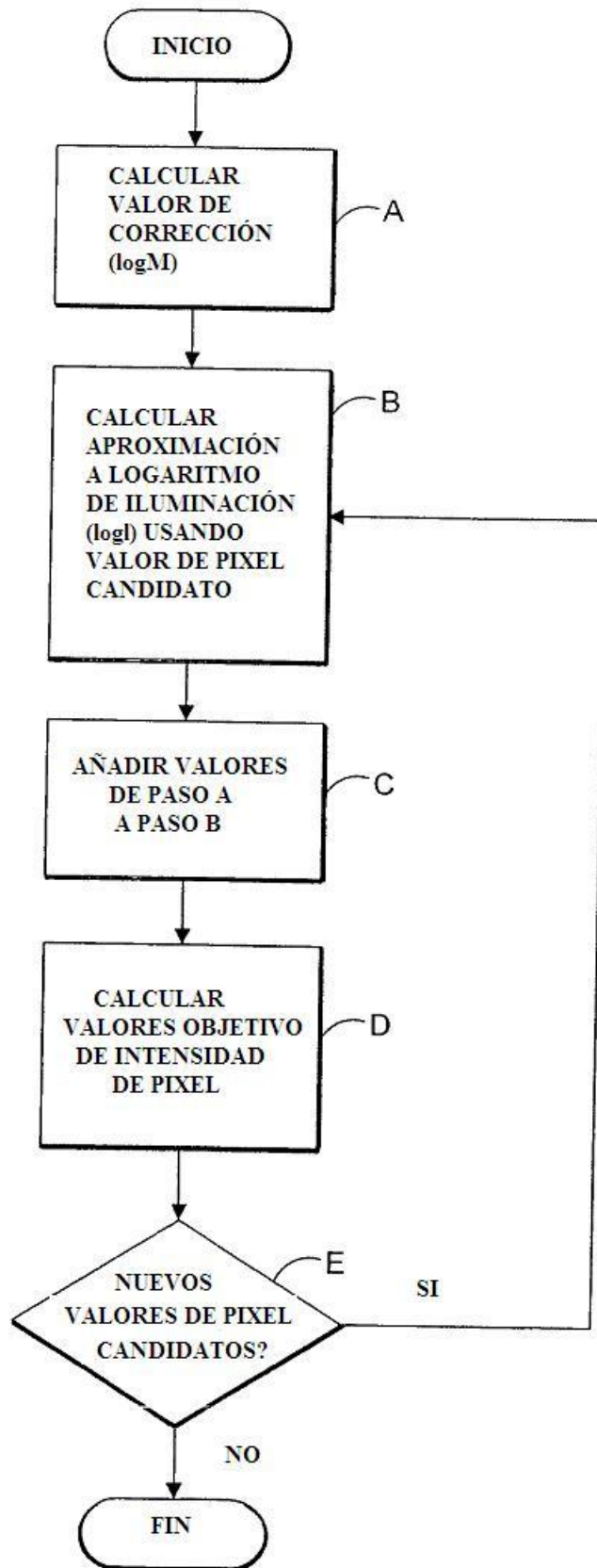


FIG. 4

FIG. 5



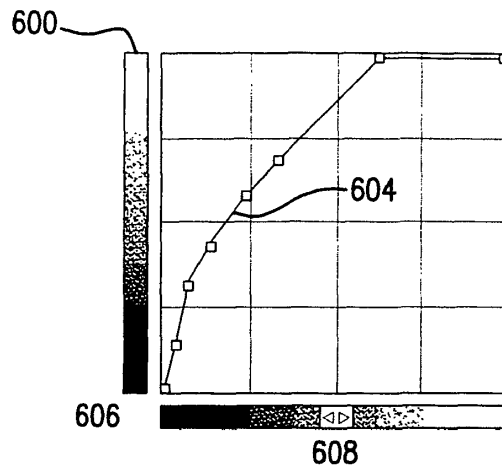


FIG. 6

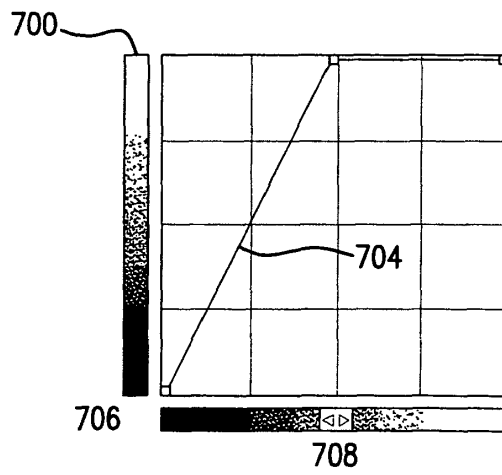


FIG. 7

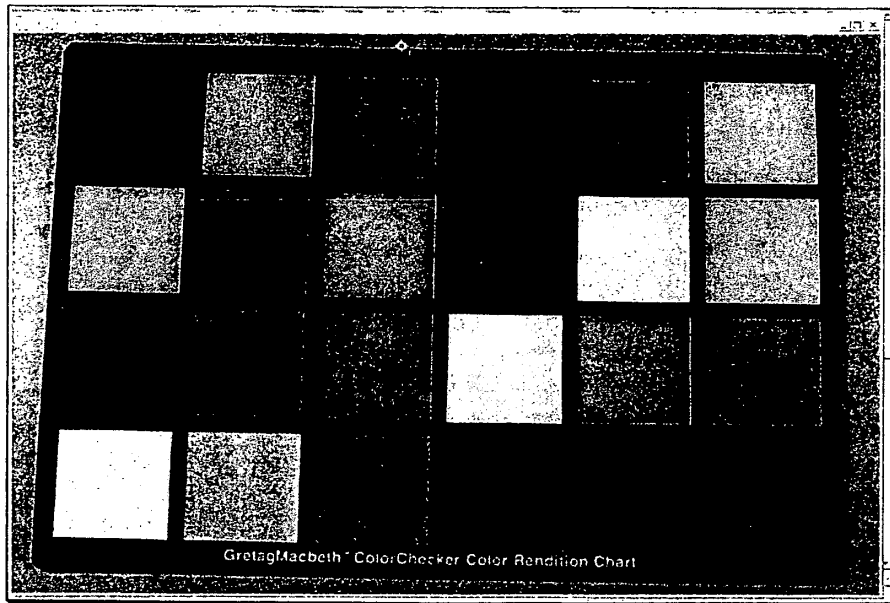


FIG. 8

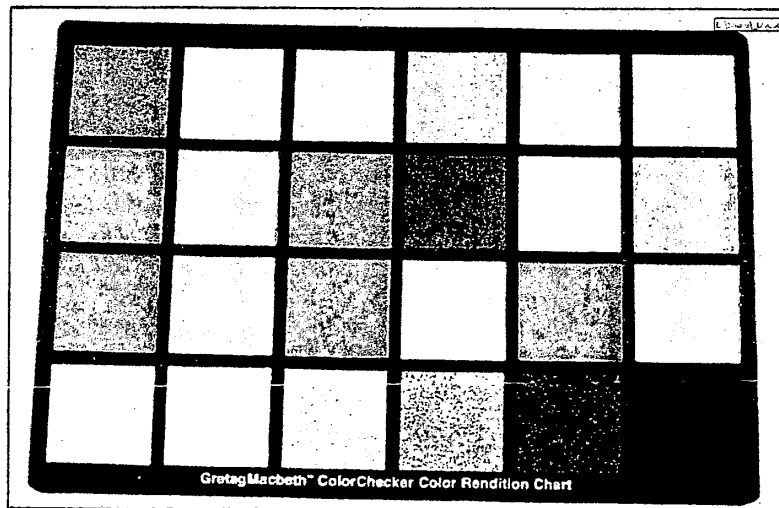


FIG. 9

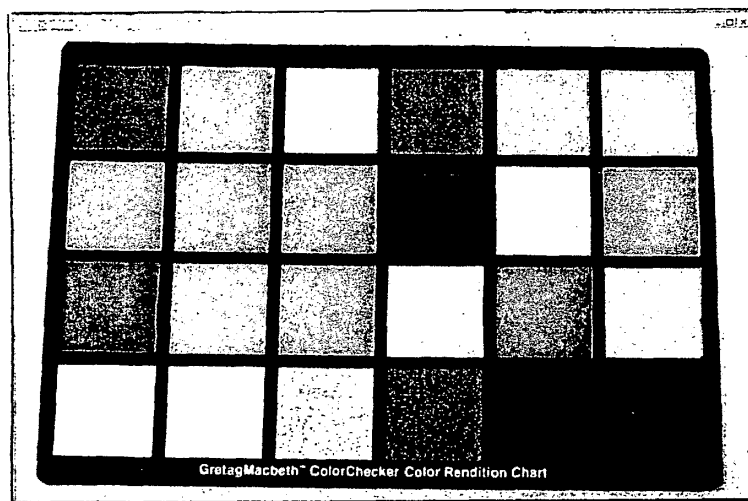


FIG. 10

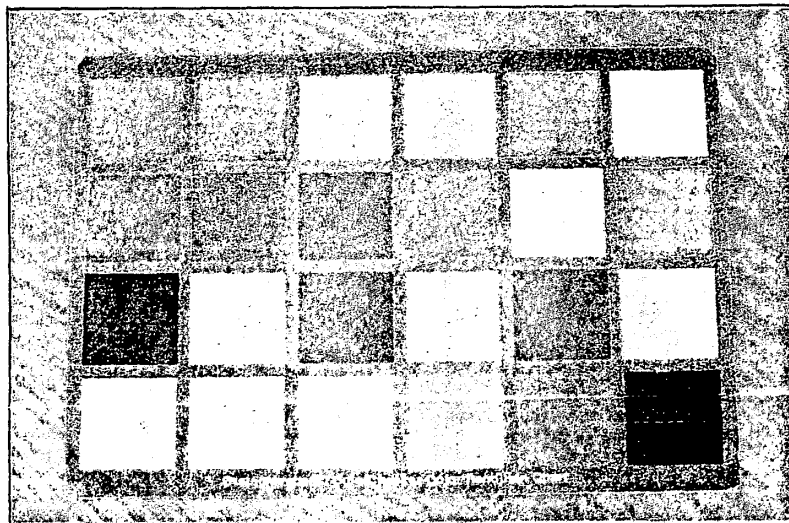


FIG. 11

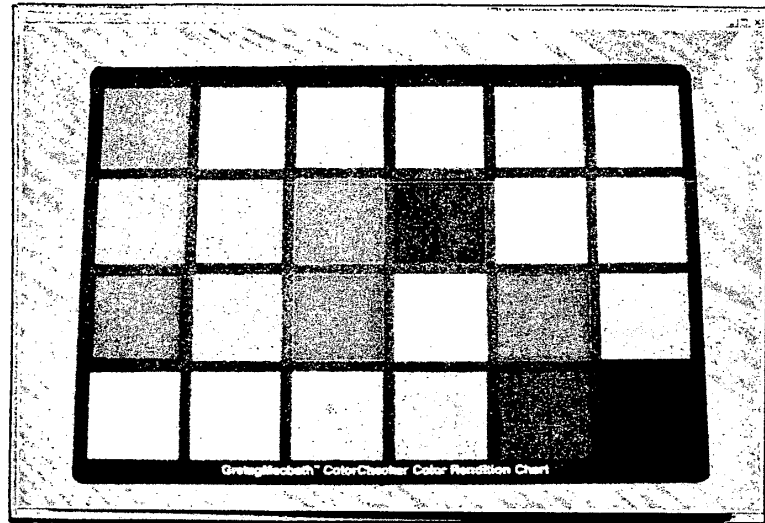


FIG. 12

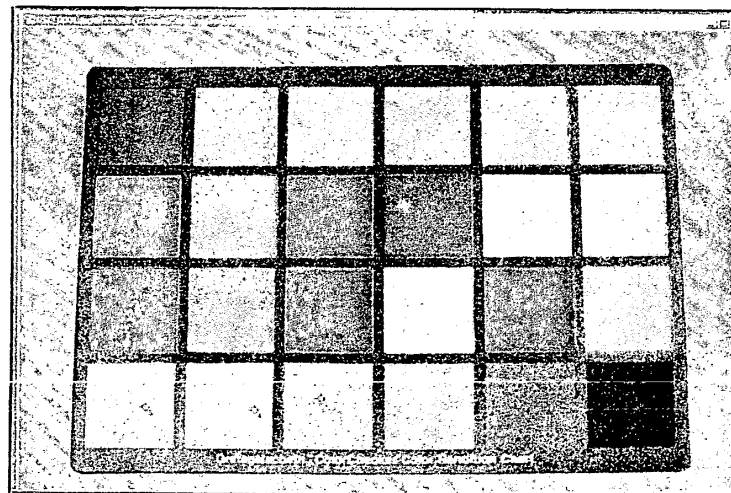


FIG. 13