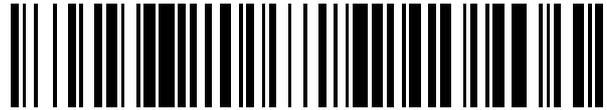


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 083**

51 Int. Cl.:

H05B 33/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.01.2007 E 07716200 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2015 EP 1972183**

54 Título: **Métodos de asignación de potencia para dispositivos de iluminación que tienen múltiples espectros fuente, y aparatos que emplean los mismos**

30 Prioridad:

03.01.2006 US 325080

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

20.05.2015

73 Titular/es:

**PHILIPS SOLID-STATE LIGHTING SOLUTIONS,
INC. (100.0%)
3 Burlington Woods
Burlington, MA 01803, US**

72 Inventor/es:

**CHEMEL, BRIAN y
MORGAN, FREDERICK M.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 536 083 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

Métodos de asignación de potencia para dispositivos de iluminación que tienen múltiples espectros fuente, y aparatos que emplean los mismos

Campo de la divulgación

La presente divulgación se refiere en general a dispositivos de iluminación que están configurados para generar luz basándose en mezcla aditiva de múltiples espectros fuente. Más particularmente, la presente divulgación se refiere a métodos para asignar potencia entre diferentes espectros fuente de un dispositivo de iluminación de este tipo.

Antecedentes

Para crear luz multicolor o blanca basándose en los principios de mezcla de color aditiva, a menudo se emplean múltiples fuentes de luz de color diferentes, por ejemplo luz roja, luz azul y luz verde, que corresponden a los colores "primarios" de la visión humana. Estos tres colores primarios representan aproximadamente las sensibilidades espectrales respectivas típicas de los tres tipos diferentes de receptores como en el ojo humano (que tienen sensibilidades pico en longitudes de onda de aproximadamente 650 nanómetros para rojo, 530 nanómetros para verde y 425 nanómetros para azul) bajo condiciones de visualización fotópica (es decir, durante el día o relativamente con brillo). Muchas investigaciones han mostrado que las mezclas aditivas de colores primarios en diferentes proporciones pueden crear un amplio intervalo de colores discernibles para los humanos.

Por consiguiente, basándose en los principios de mezcla aditiva, un dispositivo de iluminación (en lo sucesivo denominado como un aplique de iluminación o unidad de iluminación) puede configurarse para generar luz de color variable o luz blanca de temperatura de color variable empleando múltiples diferentes espectros fuente. En particular, un espectro resultante de luz percibida proporcionada mediante la unidad de iluminación se determina principalmente mediante las cantidades relativas de potencia de salida radiante asociada con los respectivos diferentes espectros fuente que se añaden juntos (para fines de la presente divulgación, cada espectro fuente diferente de una unidad de iluminación de este tipo puede denominarse también como un "canal", y la unidad de iluminación puede denominarse como una unidad de iluminación "multi-canal").

Por ejemplo, considérese una unidad de iluminación multi-canal que comprende un canal rojo, un canal verde y un canal azul (una unidad de iluminación R-G-B), en la que puede especificarse cada una de una contribución de canal rojo, una contribución de canal verde y una contribución de canal azul para el espectro resultante (por ejemplo, mediante alguna instrucción o "comando de iluminación") en términos de un porcentaje de la potencia de operación disponible total para el canal (es decir, 0 - 100 % para cada canal). La potencia de operación disponible total para un canal dado puede a su vez determinarse, por ejemplo, mediante la máxima tensión aplicada a, y la máxima corriente media proveniente de, una o más fuentes de luz configuradas para generar el espectro particular asociado con el canal.

Por lo tanto, un comando de iluminación del formato $[R, G, B] = [100\%, 100\%, 100\%]$ produciría que la unidad de iluminación R-G-B ejemplar generara máxima potencia de salida radiante para cada uno del canal rojo, verde y azul, creando de esta manera luz blanca (así como generar una máxima potencia térmica asociada con la operación de las fuentes de luz). Más generalmente, un comando que solicita el 100 % de la potencia de operación disponible para cada canal correspondería a un máximo consumo de potencia total mediante la unidad de iluminación, alguna de la que se convierte en potencia de salida radiante y alguna de la que se convierte en potencia térmica disipada mediante la unidad de iluminación. Un comando del formato $[R, G, B] = [50\%, 50\%, 50\%]$ generaría también luz percibida como blanca, pero menos brillante que la luz generada en respuesta al primer comando (y con menos generación de potencia térmica, y menos consumo de potencia global). Un comando del formato $[R, G, B] = [100\%, 0, 100\%]$ produciría que la unidad de iluminación generara máxima potencia de salida radiante para cada uno de los canales rojo y azul, pero no salida de verde, creando de esta manera luz relativamente morada brillante. Por consiguiente, puede apreciarse que un comando de iluminación que representa un porcentaje prescrito de potencia de operación disponible para cada canal de una unidad de iluminación multi-canal determina esencialmente tanto el color como brillo percibidos de la luz generada mediante la unidad de iluminación, así como la potencia térmica generada mediante la unidad de iluminación.

En diversas implementaciones, cada espectro fuente diferente en una unidad de iluminación de este tipo puede generarse mediante una fuente de luz o múltiples fuentes de luz configuradas para generar sustancialmente el mismo espectro de luz; de esta manera, una unidad de iluminación puede incluir múltiples fuentes de luz dispuestas en grupos de acuerdo con el espectro, en el que se les da energía a las mismas fuentes de luz de espectro juntas (es decir, controladas como un grupo) en respuesta a comandos de iluminación. Adicionalmente, las diferentes fuentes de espectro de una unidad de iluminación pueden configurarse para generar espectros de radiación de banda relativamente estrecha (por ejemplo, fuentes esencialmente monocromáticas que corresponden a aproximadamente los colores R-G-B primarios de la visión humana), o espectros de radiación de banda relativamente ancha; por lo tanto, tales unidades de iluminación pueden incluir fuentes de banda estrecha, fuentes de banda ancha o una combinación de diversas fuentes de longitud de onda de ancho de banda y pico.

Para determinar una máxima potencia de operación para cada canal de una unidad de iluminación multi-canal, se considera a menudo una capacidad de manejo de potencia global de la unidad de iluminación. En general, una máxima capacidad de manejo de potencia de una unidad de iluminación se refiere principalmente a una capacidad de disipación de calor de la unidad de iluminación, o una máxima capacidad de potencia térmica que no ha de sobrepasarse durante la operación (determinada típicamente mediante una estructura global o configuración de alojamiento para la unidad de iluminación). La máxima capacidad de manejo de potencia de una unidad de iluminación dada se expresa típicamente en términos de una máxima potencia de operación total (es decir, consumo de potencia) en vatios (de nuevo, algunos de los que representan la potencia de salida radiante de la luz generada, y algunos de los que representan potencia térmica asociada con la operación de las fuentes de luz). Al diseñar unidades de iluminación multi-canal, es habitual a menudo dividir la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad de iluminación por el número de canales en la unidad de iluminación para llegar a una máxima potencia por canal. De esta manera, si una salida de luz deseada requiere una máxima contribución (es decir, el 100 %) desde cada uno de los diferentes canales, puede evitarse dañar a la unidad de iluminación debido a generación de potencia térmica excesiva.

Para ilustrar este concepto, considérese un ejemplo relativamente sencillo en el que se proporciona una máxima capacidad de manejo de potencia de una unidad de iluminación como 100 vatios, y que la unidad de iluminación incluye dos espectros o canales fuente diferentes. En este ejemplo, la máxima potencia de operación para cada canal se especificaría convencionalmente como 50 vatios (es decir, 100 vatios divididos por dos canales). Por consiguiente, si un comando de iluminación tiene el formato $[C_1, C_2]$, en el que C_1 y C_2 representan el primer y segundo porcentajes de potencias de operación de canal prescritas respectivas, el comando de iluminación $[C_1, C_2] = [100 \%, 100 \%]$ correspondería a una potencia de operación de 50 vatios para cada uno del primer y segundo canales. La Tabla 1 ilustra adicionalmente este concepto a continuación para un número de diferentes comandos de iluminación $[C_1, C_2]$ basándose en este ejemplo:

Tabla 1

Comando C_1	Comando C_2	Potencia de Operación C_1	Potencia de Operación C_2	Potencia de Operación Total
100 %	0 %	50 W	0 W	50 W
100 %	50 %	50 W	25 W	75 W
100 %	100 %	50 W	50 W	100 W
50 %	100 %	25 W	50 W	75 W
0 %	100 %	0 W	50 W	50 W
50 %	50 %	25 W	25 W	50 W
25 %	25 %	12,5 W	12,5 W	25 W

Una fórmula generalizada para una potencia de operación prescrita P_x de un canal dado en respuesta a un comando de canal arbitrario C_x desde 0 al 100 %, basándose en la metodología de asignación de potencia representada mediante el ejemplo de la Tabla 1 anterior, puede darse como

$$P_x = C_x \left(\frac{P_{\text{máx}}}{N} \right), \quad (1)$$

donde $P_{\text{máx}}$ indica la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad de iluminación, y N es el número de diferentes canales en la unidad de iluminación. Como se ha mencionado anteriormente, la potencia de operación prescrita P_x de un canal dado a su vez dicta la tensión aplicada a, y la corriente media permitida para provenir de, una o más fuentes de luz configuradas para generar el espectro particular que corresponde al canal. Por lo tanto, en respuesta a un comando de canal arbitrario C_x , se aplican una tensión y corriente particulares a la fuente de luz del canal de manera que se consume la potencia de operación prescrita P_x , y se genera una potencia de salida radiante correspondiente de luz para el canal.

El documento US 2004/0135522 desvela un dispositivo de iluminación que puede generar luz de color e intensidad variables bajo control de procesador. El dispositivo de iluminación comprende un controlador de calibración que controla inicialmente el dispositivo de iluminación para accionar LED rojos, azules y verdes con máxima intensidad. El dispositivo de iluminación comprende también un espectro-radiómetro que determina los componentes triestímulos x e y de luz emitida mediante el dispositivo de iluminación y el controlador de calibración, a su vez, determina si los componentes x e y medidos representan un punto en un área objetivo predeterminada. Si no, el controlador de calibración ajusta los ciclos de trabajo de los LED rojos, verdes y azules del dispositivo de iluminación en consecuencia.

El documento US 2005/011665 desvela un dispositivo de iluminación que comprende un convertidor de conductancia primaria de terminación única controlado por corriente que tiene una salida de corriente media. Una máxima corriente que puede aplicarse a cada canal calculada como la salida de corriente media dividida por el número de canales.

El documento EP1152642 desvela un dispositivo de iluminación que comprende fotosensores que pueden medir luz emitida y usada para controlar contenido espectral variando la corriente a diferentes LED de color.

Sumario

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se proporciona un aparato de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención se proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 14.

Los solicitantes han reconocido y apreciado que aunque la técnica anteriormente analizada para dividir potencia en una unidad de iluminación multi-canal mitiga eficazmente el daño a una unidad de iluminación debido a potencia de operación excesiva (es decir, generación de potencia térmica excesiva), independientemente de la unidad de iluminación. En particular, este problema se agrava para situaciones en las que, generar un color y brillo deseados de una luz desde la unidad de iluminación, un porcentaje prescrito de potencia de operación para un canal es significativamente superior que el de otro canal. Por ejemplo, considérese la primera fila de la Tabla 1 anterior; el comando de iluminación especifica una potencia de operación total para el primer canal y ninguna salida para el segundo canal para generar un color y brillo de luz deseados; sin embargo, la potencia de operación total de la unidad de iluminación en respuesta a este comando representa únicamente la mitad de la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad de iluminación (es decir, la mitad de la capacidad de generación de luz total de la unidad de iluminación).

En vista de lo anterior, la presente divulgación se refiere en general a métodos de asignación de potencia mejorados que aprovechan la capacidad de generación de luz total de una unidad de iluminación mientras que al mismo tiempo mantienen condiciones de potencia de operación seguras, para evitar el daño debido a generación de potencia térmica excesiva. En una realización ejemplar, un método de asignación de potencia asegura que una unidad de iluminación opera en o cerca de su máxima capacidad de manejo de potencia para una diversidad de posibles condiciones de iluminación de alto brillo asignando una máxima potencia de operación por canal igual a la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad de iluminación. El método de asignación de potencia a continuación redistribuye, si fuera necesario, potencias de operación prescritas para múltiples canales, en respuesta a un comando de iluminación dado, de manera que la relación de las potencias prescritas permanece igual pero la suma de las potencias de operación del canal no sobrepasa la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad de iluminación.

Por lo tanto, una realización de la presente divulgación se refiere a un aparato, que comprende al menos una primera fuente de luz para generar primera radiación que tiene un primer espectro, al menos una segunda fuente de luz para generar segunda radiación que tiene un segundo espectro diferente del primer espectro, y al menos una estructura acoplada a la al menos una primera fuente de luz y a la al menos una segunda fuente de luz, teniendo la al menos una estructura una máxima capacidad de manejo de potencia. El aparato comprende adicionalmente al menos un controlador configurado para asignar una primera potencia de operación para la al menos una primera fuente de luz y una segunda potencia de operación para la al menos una segunda fuente de luz para optimizar la primera y segunda potencias de operación sin sobrepasar la máxima capacidad de manejo de potencia.

Otra realización se refiere a un método realizado en un aparato que comprende al menos una primera fuente de luz para generar primera radiación que tiene un primer espectro, al menos una segunda fuente de luz para generar segunda radiación que tiene un segundo espectro diferente del primer espectro, y al menos una estructura acoplada a la al menos una primera fuente de luz y a la al menos una segunda fuente de luz, en el que la al menos una estructura tiene una máxima capacidad de manejo de potencia. El método comprende un acto de asignar una primera potencia de operación para la al menos una primera fuente de luz y una segunda potencia de operación para la al menos una segunda fuente de luz para optimizar la primera y segunda potencias de operación sin sobrepasar la máxima capacidad de manejo de potencia.

Otra realización se refiere a un método realizado en un aparato que comprende al menos una primera fuente de luz para generar primera radiación que tiene un primer espectro, al menos una segunda fuente de luz para generar segunda radiación que tiene un segundo espectro diferente del primer espectro, y al menos una estructura acoplada a la al menos una primera fuente de luz y a la al menos una segunda fuente de luz, en el que la al menos una estructura tiene una máxima capacidad de manejo de potencia. El método comprende los actos de A) establecer la máxima potencia de operación disponible para cada una de la al menos una primera fuente de luz y la al menos una segunda fuente de luz igual a la máxima capacidad de manejo de potencia; B) recibir al menos un comando de iluminación que incluye al menos un primer comando de canal que representa una primera potencia de operación

prescrita para la al menos una primera fuente de luz y un segundo comando de canal que representa una segunda potencia de operación prescrita para la al menos una segunda fuente de luz; C) determinar uno de al menos el primer comando de canal y el segundo comando de canal que tiene un máximo valor; D) multiplicar cada uno de al menos el primer comando de canal y del segundo comando de canal por el máximo valor; y E) dividir cada uno de al menos el primer comando de canal y del segundo comando de canal por una suma de al menos el primer comando de canal y el segundo comando de canal, para optimizar la primera y segunda potencias de operación sin sobrepasar la máxima capacidad de manejo de potencia.

Como se usa en el presente documento para fines de la presente divulgación, el término "LED" debería entenderse que incluye cualquier diodo electroluminiscente u otro tipo de sistema basado en inyección/unión de transportador que puede generar radiación en respuesta a una señal eléctrica. Por lo tanto, el término LED incluye, pero sin limitación, diversas estructuras basadas en semiconductores que emiten luz en respuesta a corriente, polímeros de emisión de luz, bandas electroluminiscentes y similares.

En particular, el término LED se refiere a diodos de emisión de luz de todos los tipos (incluyendo diodos de emisión de luz de semi-conductores y orgánicos) que pueden configurarse para generar radiación en uno o más del espectro infrarrojo, espectro ultravioleta y diversas porciones del espectro visible (incluyendo generalmente longitudes de onda de radiación de aproximadamente 400 nanómetros a aproximadamente 700 nanómetros). Algunos ejemplos de LED incluyen, pero sin limitación, diversos tipos de LED infrarrojos, LED ultravioletas, LED rojos, LED azules, LED verdes, LED amarillos, LED ámbar, LED naranja y LED blancos (analizados adicionalmente a continuación). Debería apreciarse también que los LED pueden configurarse y/o controlarse para generar radiación que tiene diversos anchos de banda (por ejemplo, anchuras entre semimáximos o FWHM) para un espectro dado (por ejemplo, ancho de banda estrecho, ancho de banda ancho) y una diversidad de longitudes de onda dominantes en una categorización de color general dada.

Por ejemplo, una implementación de un LED configurado para generar luz esencialmente blanca (por ejemplo, un LED blanco) puede incluir un número de tintes que emiten respectivamente diferentes espectros de electroluminiscencia que, en combinación, se mezclan para formar luz esencialmente blanca. En otra implementación, un LED de luz blanca puede asociarse con un material de fósforo que convierte la electroluminiscencia que tiene un primer espectro a un segundo espectro diferente. En un ejemplo de esta implementación, la electroluminiscencia que tiene una longitud de onda relativamente corta y un espectro de ancho de banda estrecho "bombea" el material de fósforo, que a su vez radia radiación de longitud de onda más larga que tiene un espectro un poco más ancho.

Debería entenderse también que el término LED no limita el tipo de empaquetamiento físico y/o eléctrico de un LED. Por ejemplo, como se ha analizado anteriormente, un LED puede referirse a un único dispositivo de emisión de luz que tiene múltiples tintes que están configurados para emitir respectivamente diferentes espectros de radiación (por ejemplo, que pueden ser o no individualmente controlables). También, un LED puede asociarse con un fósforo que se considera como una parte integral del LED (por ejemplo, algunos tipos de LED blancos). En general, el término LED puede referirse a LED empaquetados, LED no empaquetados, LED de montaje en superficie, LED de chip incorporado, LED de montaje en empaquetamiento T, LED de empaquetamiento radial, LED de empaquetamiento de potencia, LED que incluyen algún tipo de envoltura y/o elemento óptico (por ejemplo, una lente de difusión), etc.

La expresión "fuente de luz" debería entenderse para referirse a una cualquiera o más de una diversidad de fuentes de radiación, incluyendo, pero sin limitación, fuentes basadas en LED (incluyendo uno o más LED como se han definido anteriormente), fuentes incandescentes (por ejemplo, lámparas de filamento, lámparas halógenas), fuentes fluorescentes, fuentes de descarga de alta intensidad (por ejemplo, vapor de sodio, vapor de mercurio y lámparas de haluro metálico), láseres, otros tipos de fuentes electroluminiscentes, fuentes piro-luminiscentes (por ejemplo, llamas), fuentes luminiscentes de tipo vela (por ejemplo, mantillas de gas, fuentes de radiación de arco de carbono), fuentes foto-luminiscentes (por ejemplo, fuentes de descarga gaseosa), fuentes luminiscentes de cátodo que usan saturación electrónica, fuentes galvano-luminiscentes, fuentes cristalino-luminiscentes, fuentes kine-luminiscentes, fuentes termo-luminiscentes, fuentes triboluminiscentes, fuentes sonoluminiscentes, fuentes radioluminiscentes y polímeros luminiscentes.

Una fuente de luz dada puede configurarse para generar radiación electromagnética en el espectro visible, fuera del espectro visible o una combinación de ambos. Por lo tanto, los términos "luz" y "radiación" se usan de manera intercambiable en el presente documento. Adicionalmente, una fuente de luz puede incluir como un componente integral uno o más filtros (por ejemplo, filtros de color), lentes u otros componentes ópticos. También, debería entenderse que las fuentes de luz pueden configurarse para una diversidad de aplicaciones, incluyendo, pero sin limitación, indicación, presentación y/o iluminación. Una "fuente de iluminación" es una fuente de luz que está particularmente configurada para generar radiación que tiene una intensidad suficiente para iluminar eficazmente un espacio interior o exterior. En este contexto, "intensidad suficiente" se refiere a potencia radiante suficiente en el espectro visible generada en el espacio o entorno (se emplea a menudo la unidad "lúmenes" para representar la luz total emitida desde una fuente de luz en todas las direcciones, en términos de potencia radiante o "flujo luminoso") para proporcionar iluminación ambiental (es decir, luz que puede percibirse indirectamente y que puede, por

ejemplo, reflejarse en una o más de una diversidad de superficies que intervienen antes de percibirse en su totalidad o en parte).

El término "espectro" debería entenderse que se refiere a una cualquiera o más frecuencias (o longitudes de onda) de radiación producida mediante una o más fuentes de luz. Por consiguiente, el término "espectro" se refiere a frecuencias (o longitudes de onda) no únicamente en el intervalo visible, sino también a frecuencias (o longitudes de onda) en el infrarrojo, ultravioleta y otras áreas del espectro electromagnético global. También, un espectro dado puede tener un ancho de banda relativamente estrecho (por ejemplo, un FWHM que tiene esencialmente pocos componentes de frecuencia o de longitud de onda) o un ancho de banda relativamente ancho (varios componentes de frecuencia o de longitud de onda que tienen diversas intensidades relativas). Debería apreciarse también que un espectro dado puede ser el resultado de una mezcla de dos o más otros espectros (por ejemplo, mezclar radiación respectivamente emitida desde múltiples fuentes de luz).

Para fines de esta divulgación, el término "color" se usa de manera intercambiable con el término "espectro". Sin embargo, el término "color" se usa generalmente para referirse principalmente a una propiedad de radiación que puede percibirse por un observador (aunque este uso no pretende limitar el alcance de este término). Por consiguiente, las expresiones "diferentes colores" se refieren implícitamente a múltiples espectros que tienen diferentes componentes de longitud de onda y/o anchos de banda. Debería apreciarse también que el término "color" puede usarse en relación con tanto luz blanca como distinta de blanca.

La expresión "temperatura de color" se usa generalmente en el presente documento en relación con luz blanca, aunque este uso no pretende limitar el alcance de esta expresión. Temperatura de color se refiere esencialmente a un contenido o tono de color particular (por ejemplo, rojizo, azulado) de luz blanca. La temperatura de color de una muestra de radiación dada está caracterizada convencionalmente de acuerdo con la temperatura en grados Kelvin (K) de un radiador de cuerpo negro que radia esencialmente el mismo espectro que la muestra de radiación en cuestión. Las temperaturas de color del radiador de cuerpo negro en general caen en un intervalo de desde aproximadamente 700 grados K (considerado típicamente el primero visible para el ojo humano) hasta sobre 10.000 grados K; la luz blanca se percibe generalmente en temperaturas de color por encima de 1500-2000 grados K.

Temperaturas de color inferiores indican generalmente luz blanca que tiene un componente de rojo más significativo o una "sensación más cálida", mientras que temperaturas de color superiores indican generalmente luz blanca que tiene un componente de azul más significativo o una "sensación más fría". A modo de ejemplo, el fuego tiene una temperatura de color de aproximadamente 1.800 grados K, una bombilla incandescente convencional tiene una temperatura de color de aproximadamente 2848 grados K, la luz del día de por la mañana tiene una temperatura de color de aproximadamente 3.000 grados K, y el cielo a mediodía cubierto tiene una temperatura de color de aproximadamente 10.000 grados K. Una imagen a color vista bajo luz blanca que tiene una temperatura de color de aproximadamente 3.000 grados K tiene un tono relativamente rojizo, mientras que la misma imagen a color vista bajo luz blanca que tiene una temperatura de color de aproximadamente 10.000 grados K tiene un tono relativamente azulado.

Las expresiones "unidad de iluminación" y "aplique de iluminación" se usan de manera intercambiable en el presente documento para referirse a un aparato que incluye una o más fuentes de luz del mismo o diferente tipo. Una unidad de iluminación dada puede tener una cualquiera de una diversidad de disposiciones de montaje para la fuente o fuentes de luz, disposiciones y formas de carcasa/alojamiento y/o configuraciones de conexión eléctrica y mecánica. Adicionalmente, una unidad de iluminación dada puede asociarse opcionalmente con (por ejemplo, incluir, acoplarse a y/o empaquetarse junto con) diversos otros componentes (por ejemplo, circuitería de control) en relación con la operación de la fuente o fuentes de luz. Una "unidad de iluminación basada en LED" se refiere a una unidad de iluminación que incluye una o más fuentes de luz basadas en LED como se ha analizado anteriormente, en solitario o en combinación con otras fuentes de luz no basadas en LED. Una unidad de iluminación "multi-canal" se refiere a una unidad de iluminación basada en LED o no basada en LED que incluye al menos dos fuentes de luz configuradas para generar respectivamente diferentes espectros de radiación, en el que cada espectro fuente diferente puede denominarse como un "canal" de la unidad de iluminación multi-canal.

El término "controlador" se usa en el presente documento para describir en general diversos aparatos en relación con la operación de una o más fuentes de luz. Un controlador puede implementarse de numerosas maneras (por ejemplo, tal como con hardware especializado) para realizar diversas funciones analizadas en el presente documento. Un "procesador" es un ejemplo de un controlador que emplea uno o más microprocesadores que pueden programarse usando software (por ejemplo, microcódigo) para realizar diversas funciones analizadas en el presente documento. Un controlador puede implementarse con o sin emplear un procesador, y también puede implementarse como una combinación de hardware especializado para realizar algunas funciones y un procesador (por ejemplo, uno o más microprocesadores programados y circuitería asociada) para realizar otras funciones. Ejemplos de componentes de controlador que pueden emplearse en diversas realizaciones de la presente divulgación incluyen, pero sin limitación, microprocesadores convencionales, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC) y campos de matrices de puertas programables (FPGA).

En diversas implementaciones, un procesador o controlador puede asociarse con uno o más medios de almacenamiento (denominados genéricamente en el presente documento como "memoria", por ejemplo, memoria informática volátil y no volátil tal como RAM, PROM, EPROM y EEPROM, discos flexibles, discos compactos, discos ópticos, cinta magnética, etc.). En algunas implementaciones, el medio de almacenamiento puede codificarse con uno o más programas que, cuando se ejecutan en uno o más procesadores y/o controladores, realizan al menos algunas de las funciones analizadas en el presente documento. Diversos medios de almacenamiento pueden fijarse en un procesador o controlador o pueden ser transportables, de manera que el uno o más programas almacenados en los mismos pueden cargarse en un procesador o controlador para implementar diversos aspectos de la presente divulgación analizada en el presente documento. Los términos "programa" o la expresión "programa informático" se usan en el presente documento en un sentido genérico para referirse a cualquier tipo de código informático (por ejemplo, software o microcódigo) que puede emplearse para programar uno o más procesadores o controladores.

El término "direccionable" se usa en el presente documento para referirse a un dispositivo (por ejemplo, una fuente de luz en general, una unidad o aplique de iluminación, un controlador o procesador asociado con una o más fuentes de luz o unidades de iluminación, otros dispositivos no relacionados con iluminación, etc.) que está configurado para recibir información (por ejemplo, datos) pretendida para múltiples dispositivos, incluyéndose a sí mismo, y para responder de manera selectiva a información particular pretendida para él. El término "direccionable" se usa a menudo en relación con un entorno en red (o una "red", analizada adicionalmente a continuación), en la que múltiples dispositivos están acoplados juntos mediante algún medio o medios de comunicaciones.

En una implementación de red, uno o más dispositivos acoplados a una red pueden servir como un controlador para uno u otros dispositivos más acoplados a la red (por ejemplo, en una relación maestro/esclavo). En otra implementación, un entorno en red puede incluir uno o más controladores especializados que están configurados para controlar uno o más de los dispositivos acoplados a la red. En general, múltiples dispositivos acoplados a la red cada uno puede tener acceso a datos que están presentes en el medio o medios de comunicaciones; sin embargo, un dispositivo dado puede ser "direccionable" en que está configurado para intercambiar de manera selectiva datos con (es decir, recibir datos desde y/o transmitir datos a) la red, basándose, por ejemplo, en uno o más identificadores particulares (por ejemplo, "direcciones") asignados a él.

El término "red" como se usa en el presente documento se refiere a cualquier interconexión de dos o más dispositivos (incluyendo controladores o procesadores) que facilita el transporte de información (por ejemplo para el control de dispositivo, almacenamiento de datos, intercambio de datos, etc.) entre cualquiera de dos o más dispositivos y/o entre múltiples dispositivos acoplados a la red. Como debería apreciarse fácilmente, diversas implementaciones de redes adecuadas para interconectar múltiples dispositivos pueden incluir cualquiera de una diversidad de topologías de red y emplear cualquiera de una diversidad de protocolos de comunicación. Adicionalmente, en diversas redes de acuerdo con la presente divulgación, una conexión cualquiera entre dos dispositivos puede representar una conexión especializada entre los dos sistemas, o como alternativa una conexión no especializada. Además de llevar información pretendida para los dos dispositivos, una conexión no especializada de este tipo puede llevar información no necesariamente pretendida para cualquiera de los dos dispositivos (por ejemplo, una conexión de red abierta). Adicionalmente, debería apreciarse fácilmente que diversas redes de dispositivos como se analizan en el presente documento pueden emplear uno o más enlaces inalámbricos, de alambre/cable y/o de fibra óptica para facilitar el transporte de información a través de toda la red.

La expresión "interfaz de usuario" como se usa en el presente documento se refiere a una interfaz entre un usuario u operador humano y uno o más dispositivos que posibilitan la comunicación entre el usuario y el dispositivo o dispositivos. Ejemplos de interfaces de usuario que pueden emplearse en diversas implementaciones de la presente divulgación incluyen, pero sin limitación, interruptores, potenciómetros, botones, diales, deslizadores, un ratón, teclado, teclado numérico, diversos tipos de controladores de juegos (por ejemplo, palancas de mando), bolas de mando, pantallas de visualización, diversos tipos de interfaces de usuario gráficas (GUI), pantallas táctiles, micrófonos y otros tipos de sensores que pueden recibir alguna forma de estímulos generados por el humano y generar una señal en respuesta a los mismos.

Las siguientes patentes y solicitudes de patentes se incorporan por la presente en el presente documento por referencia:

Patente de Estados Unidos N° 6.016.038, expedida el 18 de enero del 2000, titulada "Multicolored LED Lighting Method and Apparatus;"

Patente de Estados Unidos N° 6.211.626, expedida el 3 de abril de 2001 a Lys et al, titulada "Illumination Components",

Patente de Estados Unidos N° 6.608.453, expedida el 19 de agosto de 2003; titulada "Methods and Apparatus for Controlling Devices in a Networked Lighting System;"

Patente de Estados Unidos N° 6.548.967, expedida el 15 de abril de 2003, titulada "Universal Lighting Network Methods and Systems;"

- Patente de Estados Unidos N° 6.717.376, expedida el 6 de abril de 2004, titulada "Methods and Apparatus for Controlling Devices in a Networked Lighting System;"
- 5 Patente de Estados Unidos N° 6.965.205, expedida el 15 de noviembre de 2005, titulada "Light Emitting Diode Based Products;"
- Patente de Estados Unidos N° 6.967.448, expedida el 22 de noviembre de 2005, titulada "Methods and Apparatus for Controlling Illumination;"
- 10 Patente de Estados Unidos N° 6.975.079, expedida el 13 de diciembre de 2005, titulada "Systems and Methods for Controlling Illumination Sources;"
- 15 Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 09/886.958, presentada el 21 de junio de 2001, titulada "Method and Apparatus for Controlling a Lighting System in Response to an Audio Input;"
- Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 10/078.221, presentada el 19 de febrero de 2002, titulada "Systems and Methods for Programming Illumination Devices;"
- 20 Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 09/344.699, presentada el 25 de junio de 1999, titulada "Method for Software Driven Generation of Multiple Simultaneous High Speed Pulse Width Modulated Signals;"
- Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 09/805.368, presentada el 13 de marzo de 2001, titulada "Light-Emitting Diode Based Products;"
- 25 Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 09/716.819, presentada el 20 de noviembre del 2000, titulada "Systems and Methods for Generating and Modulating Illumination Conditions;"
- 30 Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 09/675.419, presentada el 29 de septiembre del 2000, titulada "Systems and Methods for Calibrating Light Output by Light-Emitting Diodes;"
- Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 09/870.418, presentada el 30 de mayo de 2001, titulada "A Method and Apparatus for Authoring and Playing Back Lighting Sequences;"
- 35 Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 10/045.604, presentada el 27 de marzo de 2003, titulada "Systems and Methods for Digital Entertainment;"
- Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 09/989.677, presentada el 20 de noviembre de 2001 titulada "Information Systems;"
- 40 Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 10/163.085, presentada el 5 de junio de 2002, titulada "Systems and Methods for Controlling Programmable Lighting Systems;"
- Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 10/245.788, presentada el 17 de septiembre de 2002, titulada "Methods and Apparatus for Generating and Modulating White Light Illumination Conditions;"
- 45 Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 10/325.635, presentada el 19 de diciembre de 2002, titulada "Controlled Lighting Methods and Apparatus;"
- 50 Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 10/360.594, presentada el 6 de febrero de 2003, titulada "Controlled Lighting Methods and Apparatus;"
- Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 10/435.687, presentada el 9 de mayo de 2003, titulada "Methods and Apparatus for Providing Power to Lighting Devices;"
- 55 Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 10/828.933, presentada el 21 de abril de 2004, titulada "Tile Lighting Methods and Systems;"
- Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 10/839.765, presentada el 5 de mayo de 2004, titulada "Lighting Methods and Systems;"
- 60 Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 11/010.840, presentada el 13 de diciembre de 2004, titulada "Thermal Management Methods and Apparatus for Lighting Devices;"
- 65 Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 11/079.904, presentada el 14 de marzo de 2005, titulada "LED Power Control Methods and Apparatus;"

Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 11/081.020, presentada el 15 de marzo de 2005, titulada "Methods and Systems for Providing Lighting Systems;"

5 Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 11/178.214, presentada el 8 de julio de 2005, titulada "LED Package Methods and Systems;"

Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 11/225.377, presentada el 12 de septiembre de 2005, titulada "Power Control Methods and Apparatus for Variable Loads;" y

10 Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 11/224.683, presentada el 12 de septiembre de 2005, titulada "Lighting Zone Control Methods and Systems."

15 Debería apreciarse que todas las combinaciones de los conceptos anteriores y conceptos adicionales analizados en mayor detalle a continuación se contemplan como que son parte de la materia objeto inventiva desvelada en el presente documento. En particular, se contemplan todas las combinaciones de la materia objeto reivindicada que aparecen al final de esta divulgación como que son parte de la materia objeto inventiva desvelada en el presente documento: debería apreciarse también que la terminología empleada explícitamente en el presente documento que puede aparecer también en cualquier divulgación incorporada por referencia debería acordarse un significado más coherente con los conceptos particulares desvelados en el presente documento.

Breve descripción de los dibujos

25 La Figura 1 es un diagrama que ilustra una unidad de iluminación de acuerdo con una realización de la divulgación.

La Figura 2 es un diagrama que ilustra un sistema de iluminación en red de acuerdo con una realización de la divulgación.

30 La Figura 3 es un diagrama de flujo que esboza un método de asignación de potencia de acuerdo con una realización de la divulgación.

35 La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra cómo puede usarse compensación no lineal junto con métodos de asignación de potencia, de acuerdo con una realización de la divulgación.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que esboza detalles adicionales de un método de asignación de potencia de acuerdo con una realización de la divulgación que se aplica generalmente a las unidades de iluminación que tienen cualquier número de canales.

Descripción detallada

45 Diversas realizaciones de la presente divulgación se describen a continuación, incluyendo ciertas realizaciones particularmente relacionadas con fuentes de luz basadas en LED. Debería apreciarse, sin embargo, que la presente divulgación no está limitada a ninguna manera de implementación particular, y que las diversas realizaciones analizadas explícitamente en el presente documento son principalmente para fines de ilustración. Por ejemplo, los diversos conceptos analizados en el presente documento pueden implementarse adecuadamente en una diversidad de entornos que implican fuentes de luz basadas en LED, otros tipos de fuentes de luz que no incluyen LED, entornos que implican tanto LED como otros tipos de fuentes de luz en combinación y entornos que implican dispositivos no relacionados con iluminación o en combinación con diversos tipos de fuentes de luz.

50 La presente divulgación se refiere en general a métodos mejorados para asignar potencia entre diferentes espectros fuente, o "canales" de una unidad de iluminación multi-canal, y aparatos que emplean tales métodos. En general, los métodos de asignación de potencia de acuerdo con la presente divulgación aprovechan la capacidad de generación de luz total de una unidad de iluminación mientras que mantienen condiciones de potencia de operación seguras, para evitar daño a la unidad de iluminación debido a generación de potencia térmica excesiva.

55 La Figura 1 ilustra un ejemplo de una unidad 100 de iluminación que puede configurarse para implementar métodos de asignación de potencia de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación. Algunos ejemplos generales de unidades de iluminación basadas en LED similares a aquellos que se describen a continuación en relación con la Figura 1 pueden encontrarse, por ejemplo, en la Patente de Estados Unidos N° 6.016.038, expedida el 18 de enero del 2000 a Mueller et al., titulada "Multicolored LED Lighting Method and Apparatus", y en la Patente de Estados Unidos N° 6.211.626, expedida el 3 de abril de 2001 a Lys et al, titulada "Illumination Components", cuyas patentes se incorporan ambas por la presente en el presente documento por referencia.

65 En diversas realizaciones de la presente divulgación, la unidad 100 de iluminación mostrada en la Figura 1 puede usarse en solitario o junto con otras unidades de iluminación similares en un sistema de unidades de iluminación

(por ejemplo, como se analiza adicionalmente a continuación en relación con la Figura 2). Usadas en solitario o en combinación con otras unidades de iluminación, la unidad 100 de iluminación puede emplearse en una diversidad de aplicaciones incluyendo, pero sin limitación, iluminación en general de espacio interior o exterior (por ejemplo, arquitectónico), iluminación directa o indirecta de objetos o espacios, iluminación de efectos especiales/basada en entretenimiento o teatral, iluminación decorativa, iluminación orientada a la seguridad, iluminación vehicular, iluminación de pantallas y/o mercancías (por ejemplo para publicidad y/o en entornos de venta/consumidor), iluminación y sistemas de comunicación combinados, etc., así como para diversos fines de indicación, presentación y fines de información.

Adicionalmente, una o más unidades de iluminación similares a la descrita en relación con la Figura 1 pueden implementarse en una diversidad de productos incluyendo, pero sin limitación, diversas formas de módulos o bombillas de luz que tienen diversas formas y disposiciones de acoplamiento eléctrico/mecánico (incluyendo módulos de sustitución o de "actualización" o bombillas adaptadas para uso en zócalos o apliques convencionales), así como una diversidad de productos de consumidor y/o para el hogar (por ejemplo, luces nocturnas, juguetes, juegos o componentes de juegos, componentes o sistemas de entretenimiento, utensilios, aparatos, ayudantes de cocina, productos de limpieza, etc.) y componentes arquitectónicos (por ejemplo, paneles iluminados para paredes, suelos, techos, equipamiento iluminado y componentes de ornamentación, etc.)

En una realización, la unidad 100 de iluminación mostrada en la Figura 1 puede incluir una o más fuentes 104A, 104B, 104C y 104D de luz (mostradas de manera colectiva como 104), en las que una o más de las fuentes de luz pueden ser una fuente de luz basada en LED que incluye uno o más diodos de emisión de luz (LED). En un aspecto de esta realización, cualquiera de dos o más de las fuentes de luz puede adaptarse para generar radiación de diferentes colores (por ejemplo, rojo, verde, azul); a este respecto, como se ha analizado anteriormente, cada una de las diferentes fuentes de luz de color genera un espectro fuente diferente que constituye un "canal" diferente de una unidad de iluminación "multi-canal". Aunque la Figura 1 muestra cuatro fuentes 104A, 104B, 104C y 104D de luz, debería apreciarse que la unidad de iluminación no está limitada a este respecto, ya que pueden emplearse diferentes números y diversos tipos de fuentes de luz (todas fuentes de luz basadas en LED, fuentes de luz basadas en LED y no basadas en LED en combinación, etc.) adaptadas para generar radiación de una diversidad de diferentes colores, incluyendo esencialmente luz blanca en la unidad 100 de iluminación como se analiza adicionalmente a continuación.

Como se muestra en la Figura 1, la unidad 100 de iluminación puede incluir también un procesador 102 que está configurado para emitir una o más señales de control para accionar las fuentes de luz para generar diversas intensidades de la luz desde las fuentes de luz. Por ejemplo, en una implementación, el procesador 102 puede configurarse para emitir al menos una señal de control para cada fuente de luz para controlar independientemente la intensidad de la luz (por ejemplo, potencia radiante en lúmenes) generada mediante cada fuente de luz. Algunos ejemplos de señales de control que pueden generarse mediante el procesador para controlar las fuentes de luz incluyen, pero sin limitación, señales moduladas por ancho de pulso (PWM), señales moduladas por amplitud de pulso (PAM), señales moduladas por código de pulso (PCM) señales de control analógicas (por ejemplo, señales de control de corriente, señales de control de tensión), combinaciones y/o modulaciones de las señales anteriores u otras señales de control. En un aspecto, particularmente en relación con fuentes basadas en LED, una o más técnicas de modulación proporcionan control variable usando un nivel de corriente fija aplicada a uno o más LED, para mitigar variaciones indeseables o impredecibles de potencial en la salida de LED que pueden surgir si se emplea una corriente de accionamiento de LED variable. En otro aspecto, el procesador 102 puede controlar otra circuitería especializada (no mostrada en la Figura 1) que a su vez controla las fuentes de luz para variar sus respectivas intensidades.

En general, la intensidad (potencia de salida radiante) de radiación generada mediante la una o más fuentes de luz es proporcional a la potencia media entregada a la fuente o fuentes de luz durante un periodo de tiempo dado. Por consiguiente, una técnica para variar la intensidad de radiación generada mediante la una o más fuentes de luz implica modular la potencia entregada a (es decir, potencia de operación de) la fuente o fuentes de luz. Para algunos tipos de fuentes de luz, incluyendo fuentes basadas en LED, esto puede conseguirse de manera eficaz usando una técnica de modulación de anchura de pulso (PWM).

En una implementación ejemplar de una técnica de control de PWM, se aplica periódicamente para cada canal de una unidad de iluminación una tensión predeterminada fija V_{fuente} a través de una fuente de luz dada que constituye el canal. La aplicación de la tensión V_{fuente} puede conseguirse mediante uno o más interruptores, no mostrados en la Figura 1, controlados mediante el procesador 102. Aunque se aplica la tensión V_{fuente} a través de la fuente de luz, una máxima corriente predeterminada I_{fuente} (por ejemplo, determinada mediante un regulador de corriente, tampoco se muestra en la Figura 1) se permite fluir a través de la fuente de luz. De nuevo, recuérdese que una fuente de luz basada en LED puede incluir uno o más LED, de manera que la tensión V_{fuente} puede aplicarse a un grupo de LED que constituyen la fuente, y la corriente I_{fuente} puede provenir por el grupo de LED. La tensión fija V_{fuente} a través de la fuente de luz cuando se le da energía, y la corriente regulada I_{fuente} que proviene de la fuente de luz cuando se le da energía, determinan la cantidad de potencia de operación instantánea P_{fuente} de la fuente de luz ($P_{fuente} = V_{fuente} \cdot I_{fuente}$). Como se ha mencionado anteriormente, para fuentes de luz basadas en LED, usar una corriente regulada

mitiga variaciones indeseables o impredecibles potenciales en la salida de LED que pueden surgir si se emplea una corriente de accionamiento de LED variable.

De acuerdo con la técnica de PWM, aplicando periódicamente la tensión V_{fuente} a la fuente de luz y variando el tiempo que se aplica la tensión durante un ciclo de encendido-apagado dado, la potencia media entregada a la fuente de luz a través del tiempo (la potencia de operación media) puede modularse. En particular, el procesador 102 puede configurarse para aplicar la tensión V_{fuente} a una fuente de luz dada de una manera pulsada (por ejemplo emitiendo una señal de control que opera uno o más interruptores para aplicar la tensión a la fuente de luz), preferentemente a una frecuencia que es mayor que la que puede detectarse por el ojo humano (por ejemplo, mayor de aproximadamente 100 Hz). De esta manera, un observador de la luz generada mediante la fuente de luz no percibe los ciclos de encendido-apagado discretos (denominados comúnmente como un "efecto parpadeo"), sino que en su lugar la función de integración del ojo percibe esencialmente generación de luz continua. Ajustando la anchura de pulso (es decir a tiempo, o "ciclo de trabajo") de ciclos de encendido-apagado de la señal de control, el procesador varía la cantidad media de tiempo que se le da energía a la fuente de luz en cualquier periodo de tiempo dado, y por lo tanto varía la potencia de operación media de la fuente de luz. De esta manera, el brillo percibido de la luz generada desde cada canal puede a su vez variarse.

Como se analiza en mayor detalle a continuación, el procesador 102 puede configurarse para controlar cada canal diferente de una unidad de iluminación multi-canal a una potencia de operación media predeterminada para proporcionar una potencia de salida radiante correspondiente para la luz generada mediante cada canal. Como alternativa, el procesador 102 puede recibir instrucciones (por ejemplo, "comandos de iluminación") desde una diversidad de orígenes, tales como una interfaz 118 de usuario, una fuente 124 de señal o uno o más puertos de 120 de comunicación, que especifican potencias de operación prescritas para uno o más canales y, por lo tanto, potencias de salida radiantes correspondientes para la luz generada mediante los respectivos canales. Variando las potencias de operación prescritas para uno o más canales (por ejemplo, conforme a diferentes instrucciones o comandos de iluminación), pueden generarse diferentes colores y brillo percibidos de luz mediante la unidad de iluminación.

En una realización de la unidad 100 de iluminación, como se ha mencionado anteriormente, una o más de las fuentes 104A, 104B, 104C y 104D de luz mostradas en la Figura 1 pueden incluir un grupo de múltiples LED u otros tipos de fuentes de luz (por ejemplo, diversas conexiones en paralelo y/o en serie de LED u otros tipos de fuentes de luz) que están controlados juntas mediante el procesador 102. Adicionalmente, debería apreciarse que una o más de las fuentes de luz pueden incluir uno o más LED que están adaptados para generar radiación que tiene cualquiera de una diversidad de espectros (es decir, longitudes de onda o bandas de longitud de onda), incluyendo, pero sin limitación, diversos colores visibles (incluyendo esencialmente luz blanca), diversas temperaturas de color de luz blanca, ultravioleta o infrarroja. Pueden emplearse LED que tengan una diversidad de anchos de banda espectrales (por ejemplo, banda estrecha, banda más ancha) en diversas implementaciones de la unidad 100 de iluminación.

En otro aspecto de la unidad 100 de iluminación mostrada en la Figura 1, la unidad 100 de iluminación puede construirse y disponerse para producir un amplio intervalo de radiación de color variable. Por ejemplo, la unidad 100 de iluminación puede disponerse particularmente de manera que la luz de intensidad variable controlada por procesador (es decir, potencia radiante variable) generada mediante dos o más de las fuentes de luz se combina para producir una luz de color mezclado (incluyendo esencialmente luz blanca que tiene una diversidad de temperaturas de color). En particular, el color (o temperatura de color) de la luz de color mezclado puede variarse variando una o más de las respectivas intensidades (potencia radiante de salida) de las fuentes de luz (por ejemplo, en respuesta a una o más señales de control emitidas mediante el procesador 102). Adicionalmente, el procesador 102 puede configurarse particularmente (por ejemplo, programarse) para proporcionar señales de control a una o más de las fuentes de luz para generar una diversidad de efectos de iluminación estáticos o multicolor (o de temperatura multicolor) variables con el tiempo (dinámicos).

Por lo tanto, la unidad 100 de iluminación puede incluir una amplia diversidad de colores de LED en diversas combinaciones, incluyendo dos o más de LED rojo, verde y azul para producir una mezcla de color, así como uno o más otros LED para crear colores variables y temperaturas de color de luz blanca. Por ejemplo, puede mezclarse rojo, verde y azul con ámbar, blanco UV, naranja IR u otros colores de LED. Tales combinaciones de LED de color de manera diferente en la unidad 100 de iluminación pueden facilitar la reproducción precisa de un anfitrión de espectros deseables de condiciones de iluminación, ejemplos de las que pueden incluir, pero sin limitación, una diversidad de equivalentes de luz del día exterior en diferentes tiempos del día, diversas condiciones de iluminación interior para simular un fondo de múltiple color complejo y similares. Otras condiciones de iluminación deseables pueden crearse eliminando piezas de espectro particulares que pueden específicamente absorberse, atenuarse o reflejarse en ciertos entornos. El agua, por ejemplo tiende a absorber y atenuar la mayoría de los colores de luz distintos de azul y distintos de verde, por lo que las aplicaciones bajo el agua pueden beneficiarse desde las condiciones de iluminación que se adaptan para enfatizar o atenuar algunos elementos espectrales en relación con otros.

Como se muestra en la Figura 1, la unidad 100 de iluminación puede incluir también una memoria 114 para almacenar diversa información. Por ejemplo, la memoria 114 puede emplearse para almacenar uno o más

comandos de iluminación o programas para ejecución mediante el procesador 102 (por ejemplo, para generar una o más señales de control para las fuentes de luz), así como diversos tipos de datos útiles para generar radiación de color variable (por ejemplo, información de calibración, analizada adicionalmente a continuación). La memoria 114 puede almacenar también uno o más identificadores particulares (por ejemplo, un número de serie, una dirección, etc.) que pueden usarse localmente o en un nivel de sistema para identificar la unidad 100 de iluminación. En diversas implementaciones, tales identificadores pueden pre-programarse mediante un fabricante, por ejemplo, y pueden ser alterables o no alterables posteriormente (por ejemplo, mediante algún tipo de interfaz de usuario localizada en la unidad de iluminación, mediante uno o más datos o señales de control recibidas mediante la unidad de iluminación, etc.). Como alternativa, tales identificadores pueden determinarse en el tiempo del uso inicial de la unidad de iluminación en el campo, y de nuevo pueden ser alterables o no alterables posteriormente.

Un problema que puede surgir en relación con controlar múltiples fuentes de luz en la unidad 100 de iluminación de la Figura 1, y controlar múltiples unidades 100 de iluminación en un sistema de iluminación (por ejemplo, como se analiza a continuación en relación con la Figura 2), se refiere a diferencias potencialmente perceptibles en la salida de luz entre fuentes de luz sustancialmente similares. Por ejemplo, dadas dos fuentes de luz virtualmente idénticas estando accionadas mediante respectivas señales de control idénticas, la intensidad de luz real (por ejemplo, potencia radiante en lúmenes) emitida mediante cada fuente de luz puede ser mediblemente diferente. Una diferencia de este tipo en la salida de luz puede atribuirse a diversos factores incluyendo, por ejemplo, ligeras diferencias de fabricación entre las fuentes de luz, uso y desgaste normal durante el tiempo de las fuentes de luz que pueden alterar de manera diferente los respectivos espectros de la radiación generada, etc. Para fines del presente análisis, las fuentes de luz para las que una relación particular entre una señal de control y potencia radiante de salida resultante no son conocidas se denominan como fuentes de luz "no calibradas".

El uso de una o más fuentes de luz no calibradas en la unidad 100 de iluminación mostrada en la Figura 1 puede dar como resultado generación de luz que tiene un color o temperatura de color impredecible o "no calibrado". Por ejemplo, considérese una primera unidad de iluminación que incluye una primera fuente de luz roja no calibrada y una primera fuente de luz azul no calibrada, cada una controlada en respuesta a un comando de iluminación correspondiente que tiene un parámetro ajustable en un intervalo de cero a 255 (0-255), en el que el máximo valor de 255 representa la máxima potencia radiante disponible (es decir, el 100 %) desde la fuente de luz. Para fines de este ejemplo, si el comando rojo se establece a cero y el comando azul es distinto de cero, se genera luz azul, mientras que si el comando azul se establece a cero y el comando rojo es distinto de cero, se genera luz roja. Sin embargo, si ambos comandos se varían desde valores distintos de cero, puede producirse una diversidad de colores perceptiblemente diferentes (por ejemplo, en este ejemplo, como mínimo, son posibles muchos tonos diferentes de morado). En particular, quizás un color deseado particular (por ejemplo, lavanda) se proporciona mediante un comando de rojo que tiene un valor de 125 y un comando de azul que tiene un valor de 200.

Ahora considérese una segunda unidad de iluminación que incluye una segunda fuente de luz roja no calibrada sustancialmente similar a la primera fuente de luz roja no calibrada de la primera unidad de iluminación, y una segunda fuente de luz azul no calibrada sustancialmente similar a la primera fuente de luz azul no calibrada de la primera unidad de iluminación. Como se ha analizado anteriormente, incluso si ambas de las fuentes de luz roja no calibradas se controlan en respuesta a comandos respectivos idénticos, la intensidad real de la luz (por ejemplo, potencia radiante en lúmenes) emitida mediante cada fuente de luz roja puede ser mediblemente diferente. De manera similar, incluso si ambas de las fuentes de luz azul no calibradas se controlan en respuesta a comandos respectivos idénticos, la luz real emitida mediante cada fuente de luz azul puede ser mediblemente diferente.

Con lo anterior en mente, debería apreciarse que si se usan múltiples fuentes de luz no calibradas en combinación en unidades de iluminación para producir una luz de color mezclado como se ha analizado anteriormente, el color observado (o temperatura de color) de luz producida mediante diferentes unidades de iluminación bajo condiciones de control idénticas puede percibirse de manera diferente. Específicamente, considérese de nuevo el ejemplo "lavanda" anterior; el "primer lavanda" producido mediante la primera unidad de iluminación con un comando rojo que tiene un valor de 125 y un comando azul que tiene un valor de 200 de hecho puede percibirse de manera diferente de un "segundo lavanda" producido mediante la segunda unidad de iluminación con un comando de rojo que tiene un valor de 125 y un comando de azul que tiene un valor de 200. Más generalmente, la primera y segunda unidades de iluminación generan colores no calibrados debido a sus fuentes de luz no calibradas.

En vista de lo anterior, en una realización de la presente divulgación, la unidad 100 de iluminación incluye medios para facilitar la generación de luz que tiene color calibrado (por ejemplo, predecible, reproducible) en cualquier tiempo dado. En un aspecto, los medios de calibración están configurados para ajustar (por ejemplo, escala) la salida de luz de al menos algunas fuentes de luz de la unidad de iluminación para compensar diferencias perceptibles entre fuentes de luz similares usadas en diferentes unidades de iluminación.

Por ejemplo, en una realización, el procesador 102 de la unidad 100 de iluminación está configurado para controlar una o más de las fuentes de luz para emitir radiación a una intensidad calibrada que corresponde sustancialmente de una manera predeterminada a una señal de control de la fuente o fuentes de luz. Como resultado de mezclar radiación que tiene diferentes espectros e intensidades calibradas respectivas, se produce un color calibrado. En un aspecto de esta realización, al menos un valor de calibración para cada fuente de luz se almacena en la memoria

114, y el procesador está programado para aplicar los respectivos valores de calibración a las señales de control (comandos) para las fuentes de luz correspondientes para generar las intensidades calibradas.

5 En un aspecto de esta realización, uno o más valores de calibración pueden determinarse una vez (por ejemplo, durante una fase de fabricación/prueba de la unidad de iluminación) y almacenarse en la memoria 114 para uso mediante el procesador 102. En otro aspecto, el procesador 102 puede configurarse para obtener uno o más valores de calibración dinámicamente (por ejemplo, de tiempo a tiempo) con la ayuda de uno o más fotosensores, por ejemplo. En diversas realizaciones, el fotosensor o fotosensores puede ser uno o más componentes externos acoplados a la unidad de iluminación, o como alternativa pueden integrarse como parte de la propia unidad de
10 iluminación. Un fotosensor es un ejemplo de una fuente de señal que puede integrarse o asociarse de otra manera con la unidad 100 de iluminación, y monitorizarse mediante el procesador 102 en relación con la operación de la unidad de iluminación. Otros ejemplos de tales fuentes de señal se analizan adicionalmente a continuación, en relación con la fuente 124 de señal mostrada en la Figura 1.

15 Un método ejemplar que puede implementarse mediante el procesador 102 para obtener uno o más valores de calibración incluye aplicar una señal de control de referencia a una fuente de luz (por ejemplo, que corresponde a máxima potencia radiante de salida), y medir (por ejemplo, mediante uno o más fotosensores) una intensidad de radiación (por ejemplo, potencia radiante que cae en el fotosensor) generada por lo tanto mediante la fuente de luz. El procesador puede programarse para a continuación realizar una comparación de la intensidad medida y al menos
20 un valor de referencia (por ejemplo, que representa una intensidad que se esperaría nominalmente en respuesta a la señal de control de referencia). Basándose en una comparación de este tipo, el procesador puede determinar uno o más valores de calibración (por ejemplo, factores de escala) para la fuente de luz. En particular, el procesador puede obtener un valor de calibración de manera que, cuando se aplica a la señal de control de referencia, la fuente de luz emite radiación que tiene una intensidad que corresponde al valor de referencia (es decir, una intensidad "esperada", por ejemplo, potencia radiante esperada en lúmenes).
25

En diversos aspectos, un valor de calibración puede obtenerse para un intervalo completo de intensidades de señal/salida de control para una fuente de luz dada. Como alternativa, pueden obtenerse múltiples valores de calibración para una fuente de luz dada (es decir, puede obtenerse un número de "muestras" de valores de calibración) que se aplican respectivamente a través de diferentes intervalos de intensidad de señal/salida de control, para aproximar una función de calibración no lineal de una manera lineal a nivel de pieza.
30

En otro aspecto, también como se muestra en la Figura 1, la unidad 100 de iluminación opcionalmente puede incluir una o más interfaces 118 de usuario que se proporcionan para facilitar cualquiera de un número de ajustes o funciones seleccionables por usuario (por ejemplo, controlar en general la salida de luz de la unidad 100 de iluminación, cambiar y/o seleccionar diversos efectos de iluminación pre-programados para generarse mediante la unidad de iluminación, cambiar y/o seleccionar diversos parámetros de efectos de iluminación seleccionados, establecer identificadores particulares tales como direcciones o números de serie para la unidad de iluminación, etc.). En diversas realizaciones, la comunicación entre la interfaz 118 de usuario y la unidad de iluminación puede
35 conseguirse a través de un alambre o cable, o transmisión inalámbrica.
40

En una implementación, el procesador 102 de la unidad de iluminación monitoriza la interfaz 118 de usuario y controla una o más de las fuentes 104A, 104B, 104C y 104D de luz basándose al menos en parte en una operación del usuario de la interfaz. Por ejemplo, el procesador 102 puede configurarse para responder a la operación de la interfaz de usuario originando una o más señales de control para controlar una o más de las fuentes de luz. Como alternativa, el procesador 102 puede configurarse para responder seleccionando una o más señales de control pre-programadas almacenadas en memoria, modificar señales de control generadas ejecutando un programa de iluminación, seleccionar y ejecutar un nuevo programa de iluminación desde la memoria o afectar de otra manera la radiación generada mediante una o más de las fuentes de luz.
45
50

En particular, en una implementación, la interfaz 118 de usuario puede constituir uno o más interruptores (por ejemplo, un interruptor de pared convencional) que interrumpe potencia al procesador 102. En un aspecto de esta implementación, el procesador 102 está configurado para monitorizar la potencia como se controla mediante la interfaz de usuario, y a su vez controlar una o más de las fuentes de luz basándose al menos en parte en una dirección de una interrupción de potencia producida mediante la operación de la interfaz de usuario. Como se ha analizado anteriormente, el procesador puede configurarse particularmente para responder a una duración predeterminada de una interrupción de potencia seleccionando, por ejemplo, una o más señales de control pre-programadas almacenadas en memoria, modificar señales de control generadas ejecutando un programa de iluminación, seleccionar y ejecutar un nuevo programa de iluminación desde memoria, o afectar de otra manera la radiación generada mediante una o más de las fuentes de luz.
55
60

La Figura 1 ilustra también que la unidad 100 de iluminación puede configurarse para recibir una o más señales 112 desde una o más otras fuentes 124 de señal. En una implementación, el procesador 102 de la unidad de iluminación puede usar la señal o señales 122, en solitario o en combinación con otras señales de control (por ejemplo, señales generadas ejecutando un programa de iluminación, una o más salidas desde una interfaz de usuario, etc.), para
65

controlar una o más de las fuentes 104A, 104B y 104C de luz de una manera similar a la anteriormente analizada en relación con la interfaz de usuario.

5 Ejemplos de la señal o señales 122 que pueden recibirse y procesarse mediante el procesador 102 incluyen, pero sin limitación, una o más señales de audio, señales de vídeo, señales de potencia, diversos tipos de señales de datos, señales que representan información obtenida desde una red (por ejemplo, internet), señales que representan una o más condiciones detectables/detectadas, señales desde unidades de iluminación, señales que consisten en luz modulada, etc. En diversas implementaciones, la fuente o fuentes 124 de señal pueden localizarse remotamente de la unidad 100 de iluminación, o incluirse como un componente de la unidad de iluminación. Por ejemplo, en una
10 realización, una señal desde una unidad 100 de iluminación podría enviarse a través de una red a otra unidad 100 de iluminación.

15 Algunos ejemplos de una fuente 124 de señal que pueden emplearse en, o usarse en relación con, la unidad 100 de iluminación de la Figura 1 incluyen cualquiera de una diversidad de sensores o transductores que generan una o más señales 122 en respuesta a algún estímulo. Ejemplos de tales sensores incluyen, pero sin limitación, diversos tipos de sensores de condición ambiental, tales como sensores térmicamente sensibles (por ejemplo, temperatura, infrarrojos), sensores de humedad, sensores de movimiento, fotosensores/sensores de luz (por ejemplo, fotodiodos, sensores que son sensibles a uno o más espectros particulares de radiación electromagnética tal como espectroradiómetros o espectrofotómetros, etc.), diversos tipos de sensores de cámara, sonido o vibración u otros
20 transductores de presión/fuerza (por ejemplo, micrófonos, dispositivos piezoeléctricos) y similares.

Ejemplos adicionales de una fuente 124 de señal incluyen diversos dispositivos de medición/detección que monitorizan señales o características eléctricas (por ejemplo, tensión, corriente, potencia, resistencia, capacitancia, inductancia, etc.) o características químicas/biológicas (por ejemplo, acidez, una presencia de uno o más agentes
25 químicos o biológicos particulares, bacterias, etc.) y proporcionan una o más señales 122 basándose en valores medidos de las señales o características. Otros ejemplos más de una fuente 124 de señal incluyen diversos tipos de escáneres, sistemas de reconocimiento de imagen, sistemas de reconocimiento de voz u otro sonido, sistemas de inteligencia artificial y robótica y similares. Una fuente 124 de señal podría ser también una unidad 100 de iluminación, un procesador 102 o uno cualquiera de muchos dispositivos de generación de señal disponibles, tales como reproductores multimedia, reproductores de MP3, ordenadores, reproductores de DVD, reproductores de CD,
30 fuentes de señal de televisión, fuentes de señal de cámara, micrófonos, altavoces, teléfonos, teléfonos celulares, dispositivos de mensajería instantánea, dispositivos de SMS, dispositivos inalámbricos, dispositivos organizadores personales y muchos otros.

35 En una realización, la unidad 100 de iluminación mostrada en la Figura 1 puede incluir también uno o más elementos 130 ópticos para procesar ópticamente la radiación generada mediante las fuentes 104A, 104B y 104C de luz. Por ejemplo, uno o más elementos ópticos pueden configurarse para cambiar una o ambas de una dirección de distribución y una propagación de la radiación generada. En particular, uno o más elementos ópticos pueden configurarse para cambiar un ángulo de difusión de la radiación generada. En un aspecto de esta realización, uno o
40 más elementos 130 ópticos pueden configurarse particularmente para cambiar de manera variable una o ambas de una dirección de distribución y una propagación de la radiación generada (por ejemplo, en respuesta a algún estímulo eléctrico y/o mecánico). Ejemplos de elementos ópticos que pueden incluirse en la unidad 100 de iluminación incluyen, pero sin limitación, materiales reflectantes, materiales refractivos, materiales translúcidos, filtros, lentes, espejos y fibra óptica. El elemento 130 óptico puede incluir también un material fosforescente, material
45 luminiscente u otro material que puede responder a o interactuar con la radiación generada.

Como se muestra también en la Figura 1, la unidad 100 de iluminación puede incluir uno o más puertos 120 de comunicación para facilitar el acoplamiento de la unidad 100 de iluminación a cualquiera de una diversidad de otros dispositivos. Por ejemplo, uno o más puertos 120 de comunicación pueden facilitar acoplar múltiples unidades de
50 iluminación juntas como un sistema de iluminación en red, en el que al menos algunas de las unidades de iluminación son direccionables (por ejemplo, tienen identificadores o direcciones particulares) y responden a datos particulares transportados a través de la red.

En particular, en un entorno de sistema de iluminación en red, como se analiza en mayor detalle adicionalmente a
55 continuación (por ejemplo, en relación con la Figura 2), a medida que se comunican datos mediante la red, el procesador 102 de cada unidad de iluminación acoplado a la red puede configurarse para responder a datos particulares (por ejemplo, comandos de control de iluminación) que le pertenecen (por ejemplo, en algunos casos, como se dicta mediante los respectivos identificadores de las unidades de iluminación en red). Una vez que un procesador dado identifica datos particulares pretendidos para él, puede leer los datos y, por ejemplo, cambiar las
60 condiciones de iluminación producidas por sus fuentes de luz de acuerdo con los datos recibidos (por ejemplo, generando señales de control apropiadas para las fuentes de luz). En un aspecto, la memoria 114 de cada unidad de iluminación acoplada a la red puede cargarse, por ejemplo, con una tabla de señales de control de iluminación que corresponden con datos que el procesador 102 recibe. Una vez que el procesador 102 recibe datos desde la red, el procesador puede consultar la tabla para seleccionar las señales de control que corresponden a los datos
65 recibidos, y controlar las fuentes de luz de la unidad de iluminación en consecuencia.

En un aspecto de esta realización, el procesador 102 de una unidad de iluminación dada, acoplado o no a una red, puede configurarse para interpretar datos/instrucciones de iluminación que se reciben en un protocolo de DMX (como se analiza, por ejemplo, en las Patentes de Estados Unidos 6.016.038 y 6.211.626), que es un protocolo de comandos de iluminación empleado convencionalmente en la industria de la iluminación para algunas aplicaciones de iluminación programables. Por ejemplo, en un aspecto, un comando de iluminación en el protocolo de DMX puede especificar cada uno de un comando de canal rojo, un comando de canal verde y un comando de canal azul como datos de ocho bits (es decir, un byte de datos) que representa un valor de 0 a 255, en el que el máximo valor de 255 para uno cualquiera de los canales de color ordena al procesador 102 controlar la fuente o fuentes de luz correspondientes para operar a máxima potencia disponible (es decir, el 100 %) para el canal, generando de esta manera la máxima potencia radiante disponible para ese color (una estructura de comando de este tipo para una unidad de iluminación R-G-B se denomina comúnmente como control de color de 24 bits). Por lo tanto, un comando del formato [R, G, B] = [255, 255, 255] produciría a la unidad de iluminación generar máxima potencia radiante para cada una de luz roja, verde y azul (creando de esta manera luz blanca).

Debería apreciarse, sin embargo, que las unidades de iluminación adecuadas para fines de la presente divulgación no están limitadas a un formato de comandos de DMX, ya que las unidades de iluminación de acuerdo con diversas realizaciones pueden configurarse para responder a otros tipos de formatos de protocolos de comunicación/comandos de iluminación para controlar sus respectivas fuentes de luz. En general, el procesador 102 puede configurarse para responder a comandos de iluminación en una diversidad de formatos que expresan potencias de operación prescritas para cada diferente canal de una unidad de iluminación multi-canal de acuerdo con alguna escala que representa desde cero a la máxima potencia de operación disponible para cada canal.

En una realización, la unidad 100 de iluminación de la Figura 1 puede incluir y/o acoplarse a una o más fuentes de alimentación. En diversos aspectos, ejemplos de fuente o fuentes de alimentación incluyen, pero sin limitación, fuentes de potencia de CA, fuentes de alimentación de CC, baterías, fuentes de alimentación basadas en el sol, fuentes de alimentación basadas en termoeléctricas o mecánicas y similares. Adicionalmente, en un aspecto, la fuente o fuentes de alimentación pueden incluirse o asociarse con uno o más dispositivos de conversión de potencia que convierten potencia recibida mediante una fuente de alimentación externa a una forma adecuada para operación de la unidad 100 de iluminación.

Aunque no se muestra explícitamente en la Figura 1, la unidad 100 de iluminación puede implementarse en una cualquiera de diversas configuraciones estructurales diferentes de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación. Ejemplos de tales configuraciones incluyen, pero sin limitación, una configuración esencialmente lineal o curvilínea, una configuración circular, una configuración oval, una configuración rectangular, combinaciones de las anteriores, diversas otras configuraciones con forma geométrica, diversas configuraciones de dos o tres dimensiones y similares.

Una unidad de iluminación dada puede tener también una cualquiera de una diversidad de disposiciones de montaje para la fuente o fuentes de luz, disposiciones de carcasa/alojamiento y formas para encerrar parcial o completamente las fuentes de luz y/o configuraciones de conexión eléctricas y mecánicas. En particular, una unidad de iluminación puede configurarse como una sustitución o "actualización" para acoplar eléctrica y mecánicamente en un zócalo convencional o disposición de aplique (por ejemplo, un zócalo de tornillo de tipo Edison, una disposición de aplique de halógeno, una disposición de aplique fluorescente, etc.).

Adicionalmente, uno o más elementos ópticos como se han analizado anteriormente pueden integrarse parcial o completamente con una disposición de carcasa/alojamiento para la unidad de iluminación. Adicionalmente, una unidad de iluminación dada puede asociarse opcionalmente con (por ejemplo, incluir, acoplarse a y/o empaquetarse junto con) diversos otros componentes (por ejemplo, circuitería de control tal como el procesador y/o la memoria, uno o más sensores/transductores/fuentes de señal, interfaces de usuario, pantallas, fuentes de alimentación, dispositivos de conversión de potencia, etc.) en relación con la operación de la fuente o fuentes de luz.

La Figura 2 ilustra un ejemplo de un sistema de iluminación en red de acuerdo con una realización de la presente divulgación. En la realización de la Figura 2, un número de unidades 100 de iluminación, similares a aquellas anteriormente analizadas en relación con la Figura 1, se acoplan juntas para formar el sistema de iluminación en red. Debería apreciarse, sin embargo, que la configuración y disposición particular de las unidades de iluminación mostradas en la Figura 2 es para fines de ilustración únicamente, y que la divulgación no está limitada la topología del sistema particular mostrado en la Figura 2.

Adicionalmente, aunque no se muestra explícitamente en la Figura 2, debería apreciarse que el sistema 200 de iluminación en red puede configurarse de manera flexible para incluir una o más interfaces de usuario, así como una o más fuentes de señal tales como sensores/transductores. Por ejemplo, una o más interfaces de usuario y/o una o más fuentes de señal tales como sensores/transductores (como se ha analizado anteriormente en relación con la Figura 1) pueden asociarse con una cualquiera o más de las unidades de iluminación del sistema 200 de iluminación en red. Como alternativa (o además de lo anterior), una o más interfaces de usuario y/o una o más fuentes de señal pueden implementarse como componentes "independientes" en el sistema 200 de iluminación en red. Ya sean componentes independientes o particularmente asociados con una o más unidades 100 de iluminación, estos

dispositivos pueden "compartirse" mediante las unidades de iluminación del sistema de iluminación en red. Dicho de otra manera, una o más interfaces de usuario y/o una o más fuentes de señal tales como sensores/transductores pueden constituir "recursos compartidos" en el sistema de iluminación en red que pueden usarse en relación con controlar una cualquiera o más de las unidades de iluminación del sistema.

5 Como se muestra en la realización de la Figura 2, el sistema 200 de iluminación puede incluir uno o más controladores de unidad de iluminación (en lo sucesivo "LUC") 208A, 208B, 208C y 208D, en el que cada LUC es responsable de comunicar con y controlar en general una o más unidades 100 de iluminación acopladas a él. Aunque la Figura 2 ilustra una unidad 100 de iluminación acoplada a cada LUC, debería apreciarse que la divulgación no está limitada a este respecto, ya que puede acoplarse diferente número de unidades 100 de
10 iluminación a un LUC dado en una diversidad de diferentes configuraciones (conexiones en serie, conexiones en paralelo, combinaciones de conexiones en serie y en paralelo, etc.) usando una diversidad de diferentes medios y protocolos de comunicación.

15 En el sistema de la Figura 2, cada LUC a su vez puede acoplarse a un controlador 202 central que está configurado para comunicar con uno o más LUC. Aunque la Figura 2 muestra cuatro LUC acoplados al controlador 202 central mediante una conexión 204 genérica (que puede incluir cualquier número de una diversidad de dispositivos de acoplamiento, conmutación y/o en red convencionales), debería apreciarse que de acuerdo con diversas realizaciones, puede acoplarse diferente número de LUC al controlador 202 central. Adicionalmente, de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación, los LUC y el controlador central pueden acoplarse juntos en una
20 diversidad de configuraciones usando una diversidad de diferentes medios y protocolos de comunicación para formar el sistema 200 de iluminación en red. Además, debería apreciarse que la interconexión de los LUC y el controlador central, y la interconexión de las unidades de iluminación a los respectivos LUC, puede conseguirse de diferentes maneras (por ejemplo, usando diferentes configuraciones, medios de comunicación y protocolos).

25 Por ejemplo, de acuerdo con una realización de la presente divulgación, el controlador 202 central mostrado en la Figura 2 puede configurarse para implementar comunicaciones basadas en Ethernet con los LUC, y a su vez los LUC pueden configurarse para implementar comunicaciones basadas en DMX con las unidades 100 de iluminación. En particular, en un aspecto de esta realización, cada LUC puede configurarse como un controlador basado en Ethernet direccionable y por consiguiente puede ser identificable para el controlador 202 central mediante una
30 dirección única particular (o un grupo de direcciones únicas) usando un protocolo basado en Ethernet. De esta manera, el controlador 202 central puede configurarse para soportar comunicaciones Ethernet a través de toda la red de LUC acoplados, y cada LUC puede responder a aquellas comunicaciones pretendidas para él. A su vez, cada LUC puede comunicar información de control de iluminación a una o más unidades de iluminación acopladas a él, por ejemplo, mediante un protocolo de DMX, basándose en las comunicaciones Ethernet con el controlador 202
35 central.

Más específicamente, de acuerdo con una realización, los LUC 208A, 208B y 208C mostrados en la Figura 2 pueden configurarse para ser "inteligentes" en que el controlador 202 central puede configurarse para comunicar comandos de nivel superior a los LUC que necesitan interpretarse mediante los LUC antes de que pueda reenviarse la
40 información de control de iluminación a las unidades 100 de iluminación. Por ejemplo, un operador de sistema de iluminación puede desear generar un efecto de cambio de color que varíe colores de unidad de iluminación a unidad de iluminación de tal manera para generar la apariencia de un arcoíris de propagación de colores ("persecución de arcoíris"), dada una colocación particular de unidades de iluminación con respecto a otra. En este ejemplo, el operador puede proporcionar una instrucción sencilla al controlador 202 central para conseguir esto, y a su vez el controlador central puede comunicar a uno o más LUC usando un comando de alto nivel de protocolo basado en
45 Ethernet para generar una "persecución de arcoíris". El comando puede contener, por ejemplo, temporización, intensidad, tono, saturación u otra información relevante. Cuando un LUC dado recibe un comando de este tipo, puede a continuación interpretar el comando y comunicar comandos adicionales a una o más unidades de iluminación usando un protocolo de DMX, en respuesta a que las respectivas fuentes de las unidades de iluminación están controladas mediante cualquiera de una diversidad de técnicas de señalización (por ejemplo, PWM).
50

Debería apreciarse de nuevo que el ejemplo anterior de usar múltiples implementaciones de comunicación diferentes (por ejemplo, Ethernet/DMX) en un sistema de iluminación de acuerdo con una realización de la presente divulgación es para fines de ilustración únicamente, y que la divulgación no está limitada a este ejemplo particular.
55

A partir de lo anterior, puede apreciarse que una o más unidades de iluminación multi-canal como se ha analizado anteriormente pueden generar luz de color variable altamente controlable a través de un amplio intervalo de colores, así como luz blanca de temperatura de color variable a través de un amplio intervalo de temperaturas de color.

60 Como se ha analizado anteriormente, las unidades de iluminación de acuerdo con la presente divulgación pueden tener una diversidad de configuraciones y diseños. En algunos casos, la estructura general de una unidad de iluminación, y en particular la configuración de un alojamiento de unidad de iluminación, determina una máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad de iluminación. Esta máxima capacidad de manejo de potencia se refiere principalmente a capacidad de disipación de calor de la unidad de iluminación, o una máxima capacidad de potencia térmica que no debe sobrepasarse. En algunos diseños convencionales de las unidades de iluminación multi-canal, es habitual a menudo dividir la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad de iluminación
65

por el número de canales de iluminación en la unidad de iluminación para llegar a una máxima potencia por canal. De esta manera, si una salida de luz deseada requiere máxima contribución (es decir, el 100 %) de todos los canales diferentes, puede evitarse daño a la unidad de iluminación debido a generación de potencia térmica excesiva.

5 Aunque la técnica anterior para especificar una máxima potencia por canal en una unidad de iluminación multi-canal mitiga eficazmente el daño a una unidad de iluminación debido a generación de potencia térmica excesiva, sin embargo sacrifica algo de la capacidad de generación de luz de la unidad de iluminación. En particular, este problema se agrava para situaciones en las que, para generar un color y brillo de luz deseados desde la unidad de iluminación, un porcentaje prescrito de potencia de operación para un canal es significativamente superior que el de otro canal. Por ejemplo, con referencia de nuevo a la Tabla 1, el comando de iluminación indicado en la primera fila de la Tabla 1 especifica una potencia de operación total para un primer canal de una unidad de iluminación de dos canales y no salida para el segundo canal para generar un color y brillo de luz deseados; sin embargo, la potencia de operación total de la unidad de iluminación en respuesta a este comando representa únicamente la mitad de la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad de iluminación (es decir, la mitad de la capacidad de generación de luz total de la unidad de iluminación - véase la tercera fila de la Tabla 1).

En vista de lo anterior, una realización de la presente divulgación se refiere a un método de asignación de potencia mejorado que aprovecha la capacidad de generación de luz total de una unidad de iluminación mientras que mantiene condiciones de operación seguras, para evitar daño debido a generación de potencia térmica excesiva.

En particular, en una realización, un método de asignación de potencia asegura que una unidad de iluminación opera en o cerca de su máxima capacidad de manejo de potencia para una diversidad de posibles condiciones de iluminación de alto brillo asignando una máxima potencia de operación por canal igual a la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad de iluminación. El método de asignación de potencia a continuación redistribuye, si fuera necesario, porcentajes prescritos de potencias de operación para múltiples canales, en respuesta a un comando de iluminación dado, de manera que la relación de las potencias prescritas permanece la misma pero la suma de las potencias de operación de canal no sobrepasan la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad de iluminación.

La Figura 3 es un diagrama de flujo que esboza un método de asignación de potencia de acuerdo con una realización de la presente divulgación. En lugar de asignar una máxima potencia de operación disponible por canal meramente dividiendo la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad de iluminación por el número de canales, en el bloque 300 de la Figura 3 el método de asignación de potencia establece la máxima potencia de operación disponible para cada canal a la máxima capacidad de manejo de potencia para la unidad de iluminación. Con referencia de nuevo a la Ec. (1) anterior para fines de comparación, la potencia de operación P_x de un canal dado, en respuesta a un comando de canal arbitrario C_x (que representa de 0 al 100 % de potencia de canal disponible), se da a continuación como

$$P_x = C_x (P_{\text{máx}}), \quad (2)$$

donde $P_{\text{máx}}$ indica la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad de iluminación.

Como se indica en el bloque 302 de la Figura 3, el método de asignación de potencia de acuerdo con esta realización modifica comandos de iluminación entrantes a la unidad de iluminación para reasignar potencias de operación de canal prescritas para optimizar potencias de operación de canal reales sin sobrepasar la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad de iluminación. Para ese fin, el método de asignación de potencia mapea un comando de canal entrante arbitrario $C_{x,in}$ (por ejemplo, que representa un porcentaje prescrito de potencia de operación para el canal) a un comando modificado C_x , y el comando modificado C_x a continuación determina la potencia de operación de canal real P_x de acuerdo con la Ec. (2) anterior.

Para ilustrar un mapeo de comando de iluminación de acuerdo con una realización de la presente divulgación, se considera una unidad de iluminación de dos canales ejemplar, en la que los comandos entrantes para los respectivos canales pueden indicarse como $[C_{1,in}, C_{2,in}]$. Debería apreciarse, sin embargo, que los conceptos de asignación de potencia analizados a continuación teóricamente son extensibles a unidades de iluminación que tienen cualquier número de canales mayor de dos, como se analiza adicionalmente a continuación.

En una realización, un mapeo para modificar comandos de iluminación, de acuerdo con el bloque 302 de la Figura 2, puede implementarse mediante las siguientes relaciones:

$$C_1 = \frac{[\text{máx}(C_{1,in}, C_{2,in}) \cdot C_{1,in}]}{C_{1,in} + C_{2,in}} \quad (3)$$

$$C_2 = \frac{[\text{máx}(C_{1,in}, C_{2,in}) \cdot C_{2,in}]}{C_{1,in} + C_{2,in}}$$

donde C_1 y C_2 representan los comandos de canal modificados que dictan finalmente las potencias de operación reales para el primer y segundo canales, respectivamente. Esencialmente, las relaciones dadas en las Ec. (3) anteriores restringen la potencia de salida prescrita modificada total representada mediante $(C_1 + C_2)$ para que sea menor que la potencia prescrita representada mediante $[\text{máx}(C_{1,in}, C_{2,in})]$. En una unidad de iluminación ejemplar que incorpora el método de asignación de potencia esbozado en la Figura 3, el procesador 102 mostrado en la Figura 1 puede configurarse para implementar el método de asignación de potencia recibiendo comandos de iluminación entrantes $[C_{1,in}, C_{2,in}]$, realizando el mapeo de las Ec. (3) anteriores para proporcionar comandos de iluminación modificados $[C_1, C_2]$, y a continuación procesar los comandos modificados para enviar señales de control apropiadas (por ejemplo, señales de PWM) a las fuentes de luz de la unidad de iluminación para proporcionar potencias de operación de canal reales de acuerdo con la Ec. (2) anterior.

La Tabla 2 a continuación compara potencias de operación de canal reales, basándose en la Ec. (2) y Ec. (3) anteriores, con aquellas indicadas originalmente en la Tabla 1 anterior (que representan una técnica de división de potencia convencional), para algunos comandos de iluminación ejemplares recibidos mediante una unidad de iluminación de dos canales. Como en el ejemplo de la Tabla 1, se considera una unidad de iluminación que tiene una máxima capacidad de manejo de potencia de 100 vatios para fines de ilustración.

Tabla 2

Comando $C_{1,in}$	Comando $C_{2,in}$	Potencia de C_1 (Tabla 1)	Potencia de C_2 (Tabla 1)	Potencia de Operación Total (Tabla 1)	Potencia real de C_1 , Ec. (2) y Ec (3)	Potencia real de C_2 , Ec. (2) y Ec (3)	Potencia de Operación Total, Ec. (2) y Ec (3)
100 %	0 %	50 W	0 W	50 W	100 W	0 W	100 W
100 %	50 %	50 W	25 W	75 W	67 W	33 W	100 W
100 %	100 %	50 W	50 W	100 W	50 W	50 W	100 W
50 %	100 %	25 W	50 W	75 W	33 W	67 W	100 W
0 %	100 %	0 W	50 W	50 W	0 W	100 W	100 W
50 %	50 %	25 W	25 W	50 W	25 W	25 W	50 W
25 %	25 %	12,5 W	12,5 W	25 W	12,5 W	12,5 W	25 W

Aunque los comandos de canal C_1 y C_2 se indican en la Tabla 2 en términos de porcentaje de potencia de operación disponible para el canal (para proporcionar una comparación directa con la Tabla 2), debería apreciarse que los comandos de iluminación pueden expresar valores para comandos de canal individuales usando cualquiera de una diversidad de formatos (por ejemplo, usando datos de 8 bits, en los que cada comando de canal tiene un valor de 0 a 255). A partir de la Tabla 2, es fácilmente evidente que para comandos de iluminación que prescriben una potencia de operación de canal relativamente significativa (por ejemplo, mayor del 50 %) para uno o más canales, el método de asignación de potencia de acuerdo con las Ec. (3) optimiza las potencias de operación de canal reales para aumentar eficazmente la salida de luz, mientras que al mismo tiempo mantiene la relación prescrita de potencias de operación de canal y condiciones de operación seguras globales en o por debajo de la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad de iluminación (compárese las filas 1-5 en las columnas 5 y 8 de la Tabla 2). En particular, para la unidad de iluminación de dos canales anteriormente ejemplificada que implementa el método de asignación de potencia de las Ec. (3), esencialmente se proporciona dos veces la salida de luz cuando se opera la unidad de iluminación cerca de la potencia total para cualquier canal, en comparación con una unidad de iluminación que emplea la técnica de división de potencia anteriormente analizada en relación con la Tabla 1.

En diversas realizaciones, las Ec. (3) pueden implementarse directamente (por ejemplo, basándose en un programa ejecutado mediante el procesador 102 de una unidad de iluminación) o pueden aproximarse razonablemente basándose en recursos computacionales disponibles. Por ejemplo, en una realización, una aproximación lineal a nivel de pieza para las Ec. (3) puede implementarse mediante un procesador 102 que tiene una cantidad de

memoria y cantidad de procesamiento limitadas (por ejemplo, un procesador de este tipo puede emplearse por razones de ahorro de espacio y/o ahorro de costes). En esta realización, una aproximación lineal a nivel de pieza compara en primer lugar los valores de los dos comandos de canal individuales de un comando de iluminación entrante para determinar el mínimo valor (Mín_In) y el máximo valor (Máx_In), y asigna cuatro posibles intervalos para el mínimo valor de acuerdo con:

- 1) $0 < \text{Mín_In} < 1/4(\text{Máx_In})$
- 2) $1/4(\text{Máx_In}) < \text{Mín_In} < 1/2(\text{Máx_In})$
- 3) $1/2(\text{Máx_In}) < \text{Mín_In} < 3/4(\text{Máx_In})$
- 4) $3/4(\text{Máx_In}) < \text{Mín_In} < \text{Máx_In}$.

Basándose en el intervalo en el que cae el valor Mín_In, se obtiene un comando de canal modificado correspondiente para el canal con el mínimo valor, es decir, Mín_Out, como sigue:

- 1) $\text{Mín_out} = (4/5)\text{Mín_In}$
- 2) $\text{Mín_Out} = (1/5)\text{Máx_In} + (8/15)(\text{Mín_In} - (1/4)\text{Máx_In})$
- 3) $\text{Mín_Out} = (1/3)\text{Máx_In} + (8/21)(\text{Mín_In} - (1/2)\text{Máx_In})$
- 4) $\text{Mín_Out} = (3/7)\text{Máx_In} + (2/7)(\text{Mín_In} - (3/4)\text{Máx_In})$.

Un comando de canal modificado para el canal con el máximo valor, es decir, Máx_Out, se determina a continuación de acuerdo con:

$$\text{Máx_Out} = \text{Máx_In} - \text{Mín_Out}$$

Un problema que puede surgir en relación con controlar potencia para una o más fuentes de luz de una unidad de iluminación se refiere a una relación no lineal entre la potencia de operación de una fuente de luz dada y un brillo percibido correspondiente de la luz generada mediante la fuente de luz. Una relación no lineal de este tipo entre la potencia de operación y brillo recibido se analiza en detalle en la Patente de Estados Unidos N° 6.975.079, expedida el 13 de diciembre de 2005, titulada "Systems and Methods for Controlling Illumination Sources", incorporada por la presente por referencia. Por ejemplo, el brillo percibido de luz generada cambia típicamente más drásticamente con cambios en la potencia de salida radiante a niveles de potencia relativamente bajos, mientras que los cambios en la potencia de salida radiante a niveles de potencia relativamente superiores dan como resultado típicamente un cambio un poco menos pronunciado en el brillo percibido. Por consiguiente, dependiendo de la resolución de los comandos de iluminación entrantes, los cambios en la potencia a niveles de potencia de salida radiante relativamente bajos en algunos casos pueden producir que se perciba "parpadeo" (por ejemplo, cambios bruscos percibidos) en el brillo de la luz generada.

En vista de lo anterior, de acuerdo con una realización de la presente divulgación, pueden modificarse los comandos de iluminación entrante para compensar al menos en parte una relación no lineal de este tipo entre cambios en la potencia de operación y cambios correspondientes en el brillo percibido. En diversos aspectos de esta realización, uno o más de los comandos de canal individuales de un comando de iluminación entrante puede modificarse de acuerdo con algún mapeo no lineal (por ejemplo, una función exponencial que tiene una pendiente inferior para potencias relativamente inferiores y una pendiente superior para potencias relativamente superiores), y a continuación posteriormente modificarse de nuevo para implementar cualquiera de las técnicas de asignación de potencia desveladas en el presente documento.

Para implementar compensación no lineal, de acuerdo con una realización pueden modificarse los comandos de iluminación para proporcionar una resolución superior global en potencias de canal prescritas, que pueden a continuación aprovecharse particularmente en potencias de operación relativamente inferiores para compensar una percepción más precisa de cambios de brillo con cambios de potencia a niveles de potencia inferiores. Por ejemplo, considérense los comandos de iluminación entrantes en los que cada comando de canal individual se codifica como una palabra de datos de 8 bits, de manera que la potencia de operación de cualquier canal dado puede especificarse en $2^8 = 256$ incrementos de 0 a 255 (correspondiendo a del 0 al 100 %). De acuerdo con una realización, los comandos entrantes se mapean a un formato de datos que emplea un mayor número de bits de datos por canal. Por ejemplo, para un comando de iluminación entrante en un formato de 8 bits por canal, pueden mapearse los comandos a un formato usando más de 8 bits por canal (por ejemplo, 10, 12, 14, 16, etc.). Mapeando a un formato de datos que emplea un mayor número de bits, puede realizarse mayor resolución.

Para demostrar este concepto, se considera un mapeo ejemplar de un formato de 8 bits a un formato de 14 bits. En el formato de 8 bits, como se ha indicado anteriormente, la resolución de control de potencia de operación desde cero a potencia de canal total se da en 256 incrementos, mientras que en el formato de 14 bits, la resolución de control de potencia de operación se da en $2^{14} = 16.384$ incrementos. En un mapeo "directo" o lineal de datos de 8 bits a datos de 14 bits, los datos del canal entrante en formato de 8 bits se "desplazan" para ocupar los ocho bits de orden superior de una palabra de datos de 14 bits (es decir, los datos de 8 bits entrantes para un canal pueden "desplazarse a la izquierda" en seis bits). Esto implica que un valor de "1" en una escala de 0 a 255 en un formato de datos de 8 bits se mapearía a un mínimo valor distinto de cero de "64" en una escala de 0 a 16.383 en el formato de

datos de 14 bits; dicho de otra manera, un mapeo directo (lineal) de 8 bits a algún número de bits superior implica algún "desplazamiento" del mínimo valor distinto de cero.

5 En lugar de un mapeo directo o lineal, sin embargo, puede implementarse una transformación no lineal al mapear datos de 8 bits entrantes a datos de 14 bits. En particular, la transformación no lineal puede aprovechar la resolución superior de los datos de 14 bits para proporcionar una palabra de datos que muestra un grado "más preciso" de control particularmente en los intervalos de potencia relativamente inferiores. En esencia, en lugar de mapear "directamente" datos de 8 bits a 14 bits (desplazando a la izquierda en seis bits), pueden usarse los valores intermedios de los datos de 14 bits. Por ejemplo, como se ha analizado anteriormente, un valor de "1" en datos de 8 bits se mapea directamente (es decir linealmente) a un valor de "64" en datos de 14 bits, pero como alternativa puede mapearse a cualquier valor entre 0 y 64 conforme a alguna relación no lineal (por ejemplo, una función exponencial). De manera similar, un valor de "2" en datos de 8 bits se mapea directamente (linealmente) a un valor de "128" en datos de 14 bits, pero como alternativa puede mapearse a cualquier valor entre 65 y 128 conforme a alguna relación no lineal. Por consiguiente, se proporciona resolución significativamente mejorada que puede aprovecharse especialmente para potencias inferiores para compensar el comportamiento no lineal en percepción de brillo.

20 La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra cómo puede usarse la compensación no lineal junto con métodos de asignación de potencia desvelados en el presente documento. Puesto que la compensación no lineal puede implicar una transformación exponencial en valores de comando de canal, de acuerdo con una realización se realiza compensación no lineal antes de una reasignación de potencia entre los canales para evitar una reducción accidental en la potencia de salida radiante en lugar de una optimización de potencias de canal para un comando de iluminación dado.

25 En el bloque 300 de la Figura 4, como en la Figura 3, de nuevo se establece una máxima potencia de operación disponible para cada canal a la máxima capacidad de manejo de potencia para la unidad de iluminación. En el bloque 304 de la Figura 4, se mapean los comandos de iluminación entrantes a un formato de resolución superior (por ejemplo, de datos de 8 bits a datos de 14 bits) mediante una transformación no lineal. La correspondencia no lineal entre palabras de datos de resolución inferior y palabras de datos de resolución superior puede implementarse mediante una tabla de correspondencia (por ejemplo, almacenada en la memoria 114 de la unidad de iluminación) que define la transformación, o un programa ejecutado mediante el procesador 102 para obtener el valor de la palabra de datos de resolución superior basándose en alguna función del valor de la palabra de datos de resolución inferior (por ejemplo, una función exponencial u otra función). En el bloque 306 de la Figura 4, el formato de resolución superior / comandos de iluminación transformados no lineales se modifican a continuación para reasignar las potencias de canal para optimizar las potencias de operación de canal reales sin sobrepasar la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad de iluminación.

40 Realizando la transformación no lineal antes de la reasignación de potencias de canal, se realiza la optimización apropiada de potencias de operación; de otra manera, puede resultar potencia de salida accidentalmente baja del proceso inverso. Por ejemplo, considérese una unidad de iluminación de dos canales que recibe un comando entrante en un formato de 8 bits $[C_{1,in}, C_{2,in}] = [255, 255]$, es decir, el 100 % para cada canal. A partir de la Tabla 2, la potencia de operación de cada canal en respuesta a un comando entrante de este tipo se espera que sea el 50 % de la máxima capacidad de manejo de potencia (es decir, 50 vatios para cada canal basándose en una máxima capacidad de manejo de potencia de 100 vatios). Si se realiza asignación de potencia en el comando entrante en formato de 8 bits conforme a las Ec. (3), el comando de iluminación de 8 bits modificado sería $[C_1, C_2] = [127, 127]$; es decir, la asignación de potencia de acuerdo con las Ec. (3) ha escalado hacia abajo los comandos de canal de 8 bits como se espera.

50 Si estos comandos de canal escalados hacia abajo se mapean a continuación a un formato de resolución superior mediante una transformación no lineal, los comandos de iluminación de resolución superior transformados no lineales resultantes tendrán valores inferiores que si se usaran los comandos de 8 bits originales $[C_{1,in}, C_{2,in}] = [255, 255]$ para la transformación no lineal (una situación que es especialmente grave debido a una transformación no lineal exponencial). A la inversa, si los comandos de 8 bits originales $[C_{1,in}, C_{2,in}] = [255, 255]$ se mapean en primer lugar a un formato de resolución superior mediante una transformación no lineal, y a continuación se obtienen comandos de iluminación modificados desde los comandos de resolución superior de acuerdo con las Ec. (3), da como resultado una optimización de potencia de canal apropiada.

60 En una realización, una unidad de iluminación de dos canales de acuerdo con la presente divulgación, configurada para implementar cualquiera de los métodos de asignación de potencia esbozados en el presente documento (incluyendo aquellos configurados también para compensación no lineal), puede comprender una primera fuente de luz que incluye uno o más LED que generan esencialmente luz blanca que tiene un primer espectro, y una segunda fuente de luz que incluye uno o más LED blancos que generan esencialmente luz blanca que tiene un segundo espectro diferente del primer espectro. Por ejemplo, en un aspecto de esta realización, la primera fuente de luz puede incluir uno o más LED blancos "cálidos" que generan espectros que corresponden a temperaturas de color en un intervalo de aproximadamente 2900-3300 grados K (un primer espectro "cálido", o "canal cálido"), y la segunda fuente de luz puede incluir uno o más LED blancos "fríos" que generan espectros que corresponden a temperaturas

de color en un intervalo de aproximadamente 6300-7000 grados K (un segundo espectro "frío", o "canal frío"). Mezclando diferentes proporciones de los espectros cálido y frío, puede generarse una amplia diversidad de temperaturas de color intermedias de luz blanca. Implementando un método de asignación de potencia como se describe en el presente documento, tales unidades de iluminación de generación de luz blanca tienen una salida de luz eficazmente aumentada para condiciones de brillo relativamente superiores (potencias de operación de canal significativas), especialmente cuando se opera la unidad cerca de o a potencia total para el canal cálido o el canal frío.

Más generalmente, debería apreciarse que los conceptos de asignación de potencia desvelados en el presente documento en relación con unidades de iluminación de dos canales ejemplares pueden aplicarse de manera similar a unidades de iluminación que tienen tres o más canales (en el que cada canal puede representar cualquiera de una diversidad de espectros que corresponden a diferentes colores de luz distintos de blanco, y/o diferentes temperaturas de color de luz blanca). Por ejemplo, de acuerdo con una realización, con referencia de nuevo a las Ec. (3) anteriores y a la Figura 5, cada comando de canal de un comando de iluminación entrante para una unidad de iluminación multi-canal (o comandos de canal que ya se han mapeado mediante una transformación no lineal) pueden modificarse en primer lugar determinando el comando de canal individual del comando de iluminación entrante que tiene el máximo valor (Figura 5, bloque 308), multiplicar cada comando canal individual por este máximo valor (Figura 5, bloque 310) y dividir cada comando de canal individual por la suma de todos los comandos de canal (Figura 5, bloque 312). De esta manera, independientemente del formato real usado para expresar los valores de los comandos de canal individuales (por ejemplo, porcentaje de potencia de operación disponible de 0 al 100 %, valores de 8 bits de 0 a 255, valores de 14 bits de 0 a 16.383, etc.), puede implementarse un método de asignación de potencia para unidades de iluminación que tienen virtualmente cualquier número de diferentes canales.

Habiendo descrito por lo tanto varias realizaciones ilustrativas, se ha de apreciar que diversas alteraciones, modificaciones y mejoras se les ocurrirá fácilmente a los expertos en la materia. Tales alteraciones, modificaciones y mejoras pretenden ser parte de esta divulgación, y se pretende que estén dentro del espíritu y alcance de esta divulgación. Aunque algunos ejemplos presentados en el presente documento implican combinaciones específicas de funciones o elementos estructurales, debería entenderse que estas funciones y elementos pueden combinarse de otras maneras de acuerdo con la presente divulgación para conseguir los mismos o diferentes objetivos. En particular, actos, elementos y características analizados en relación con una realización no pretenden excluirse de otros papeles o similares en otras realizaciones. Por consiguiente, la anterior descripción y los dibujos adjuntos son a modo de ejemplo únicamente, y no pretenden ser limitantes.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato, que comprende:

5 una unidad (100) de iluminación que comprende al menos una primera fuente (104A) de luz para generar primera radiación que tiene un primer espectro y al menos una segunda fuente (104B) de luz para generar segunda radiación que tiene un segundo espectro diferente del primer espectro, en el que la unidad (100) de iluminación tiene una máxima capacidad de manejo de potencia; y
 10 al menos un controlador (102) configurado para asignar una primera potencia de operación para la al menos una primera fuente (104A) de luz y una segunda potencia de operación para la al menos una segunda fuente (104B) de luz caracterizado por que el aparato está configurado de manera que una máxima potencia de operación disponible para cada una de la al menos una primera fuente (104A) de luz y la al menos una segunda fuente (104B) de luz es igual a la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad (100) de iluminación, estando
 15 configurado adicionalmente el al menos un controlador (102) para redistribuir potencias de operación prescritas para la al menos una primera y segunda fuentes (104A; 104B) de luz en respuesta a un comando de iluminación dado en el cual la suma de las potencias de operación no sobrepasa la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad (100) de iluminación.

20 2. El aparato de la reivindicación 1, en el que la unidad (100) de iluminación comprende adicionalmente:

al menos una tercera fuente (104C) de luz para generar tercera radiación que tiene un tercer espectro diferente del primer espectro y del segundo espectro,
 25 estando configurado el al menos un controlador (102) para asignar una tercera potencia de operación para la al menos una tercera fuente (104C) de luz siendo la máxima potencia de operación disponible de la tercera fuente (104C) de luz igual a la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad (100) de iluminación, estando configurado adicionalmente el al menos un controlador para redistribuir potencias de operación prescritas para la al menos una primera, segunda y terceras fuentes (104A; 104B; 104C) de luz en las cuales la suma de las potencias de operación no sobrepasa la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad (100) de iluminación.

3. El aparato de la reivindicación 2, en el que cada una de la al menos una primera fuente (104A) de luz, la al menos una segunda fuente (104B) de luz y la al menos una tercera fuente (104C) de luz incluyen al menos un LED distinto de blanco.

35 4. El aparato de la reivindicación 1, en el que el al menos un controlador (102) está configurado para recibir al menos un comando de iluminación que incluye al menos un primer comando de canal que representa una primera potencia de operación prescrita para la al menos una primera fuente (104A) de luz y un segundo comando de canal que representa una segunda potencia de operación prescrita para la al menos una segunda fuente (104B) de luz, y en el que el al menos un controlador (102) está configurado adicionalmente para modificar al menos uno del primer comando de canal y el segundo comando de canal, si fuera necesario, para asignar la primera potencia de operación y la segunda potencia de operación.

45 5. El aparato de la reivindicación 4, en el que el al menos un controlador (102) está configurado adicionalmente para:

determinar uno de al menos el primer comando de canal y el segundo comando de canal que tiene un máximo valor;
 multiplicar cada uno de al menos el primer valor de comando de canal y el segundo valor de comando de canal por el máximo valor; y
 50 dividir cada uno de al menos el primer valor de comando de canal y el segundo valor de comando de canal por una suma de al menos el primer valor de comando de canal y el segundo valor de comando de canal.

6. El aparato de la reivindicación 1, en el que el al menos un controlador (102) está configurado para recibir al menos un comando de iluminación que incluye al menos un primer comando de canal que representa una primera potencia de operación prescrita para la al menos una primera fuente (104A) de luz y un segundo comando de canal que representa una segunda potencia de operación prescrita para la al menos una segunda fuente (104B) de luz, y en el que el al menos un controlador (102) está configurado adicionalmente para aplicar una transformación no lineal para al menos el primer comando de canal y el segundo comando de canal para proporcionar al menos un primer comando de canal transformado no lineal y un segundo comando de canal transformado no lineal.

60 7. El aparato de la reivindicación 6, en el que el al menos un controlador (102) está configurado para mapear el al menos un comando de iluminación recibido a un formato de resolución superior al aplicar la transformación no lineal.

8. El aparato de la reivindicación 7, en el que cada uno del primer comando de canal y del segundo comando de canal está codificado como una palabra de datos de 8 bits, y en el que cada uno del primer comando de canal

transformado no lineal y el segundo comando de canal transformado no lineal está codificado como una palabra de datos de 14 bits.

5 9. El aparato de la reivindicación 7, en el que el al menos un controlador (102) está configurado adicionalmente para modificar al menos uno del primer comando de canal transformado no lineal y el segundo comando de canal transformado no lineal, si fuera necesario, para asignar la primera potencia de operación y la segunda potencia de operación sin sobrepasar la máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad (100) de iluminación.

10 10. El aparato de la reivindicación 9, en el que el al menos un controlador (102) está configurado adicionalmente para:

15 determinar uno de al menos el primer comando de canal transformado no lineal y el segundo comando de canal transformado no lineal que tiene un máximo valor;
multiplicar cada uno de al menos el primer valor de comando de canal transformado no lineal y el segundo valor de comando de canal transformado no lineal por el máximo valor; y
dividir cada uno de al menos el primer valor de comando de canal transformado no lineal y el segundo valor de comando de canal transformado no lineal por una suma de al menos el primer valor de comando de canal transformado no lineal y el segundo valor de comando de canal transformado no lineal.

20 11. El aparato de las reivindicaciones 1, 2, 4 o 10, en el que la al menos una primera fuente (104A) de luz incluye al menos un primer LED blanco.

25 12. El aparato de la reivindicación 11, en el que la al menos una segunda fuente (104B) de luz incluye al menos un segundo LED blanco.

13. El aparato de las reivindicaciones 1, 2, 4 o 10, en el que al menos una de la al menos una primera fuente (104A) de luz y la al menos una segunda fuente (104B) de luz incluye al menos un LED distinto de blanco.

30 14. Un método para operar el aparato de cualquier reivindicación anterior, comprendiendo el método los actos de:

A) establecer una máxima potencia de operación disponible para cada una de la al menos una primera fuente (104A) de luz y la al menos una segunda fuente (104B) de luz igual a una máxima capacidad de manejo de potencia de la unidad (100) de iluminación;

35 B) recibir en el al menos un controlador (102), al menos un comando de iluminación que incluye al menos un primer comando de canal que representa una primera potencia de operación prescrita para la al menos una primera fuente (104A) de luz y un segundo comando de canal que representa una segunda potencia de operación prescrita para la al menos una segunda fuente (104B) de luz;

C) determinar uno de al menos el primer comando de canal y el segundo comando de canal que tiene un máximo valor;

40 D) multiplicar cada uno de al menos el primer valor de comando de canal y el segundo valor de comando de canal por el máximo valor; y

E) dividir cada uno de al menos el primer valor de comando de canal y el segundo valor de comando de canal por una suma de al menos el primer valor de comando de canal y el segundo valor de comando de canal.

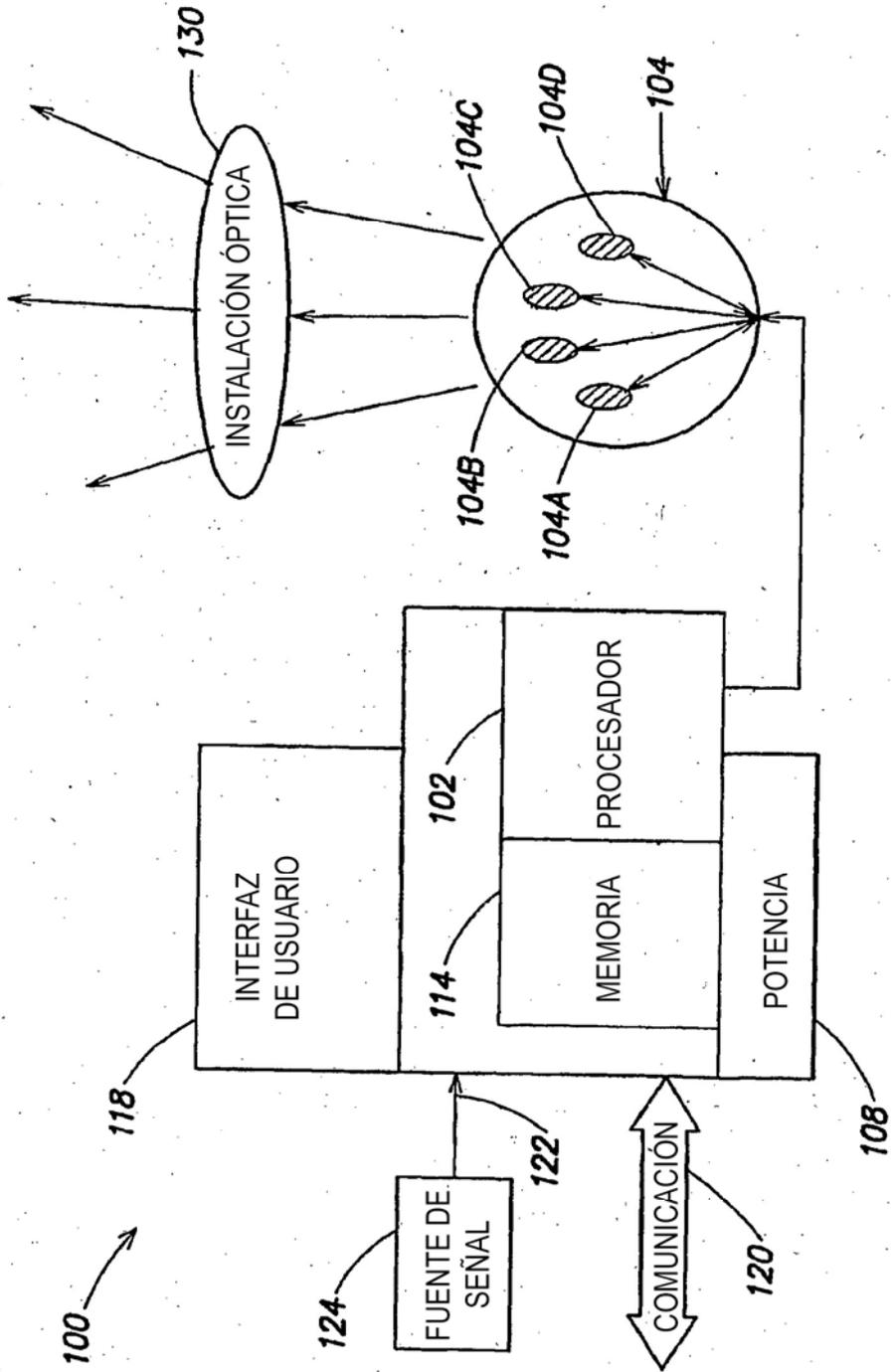


FIG. 1

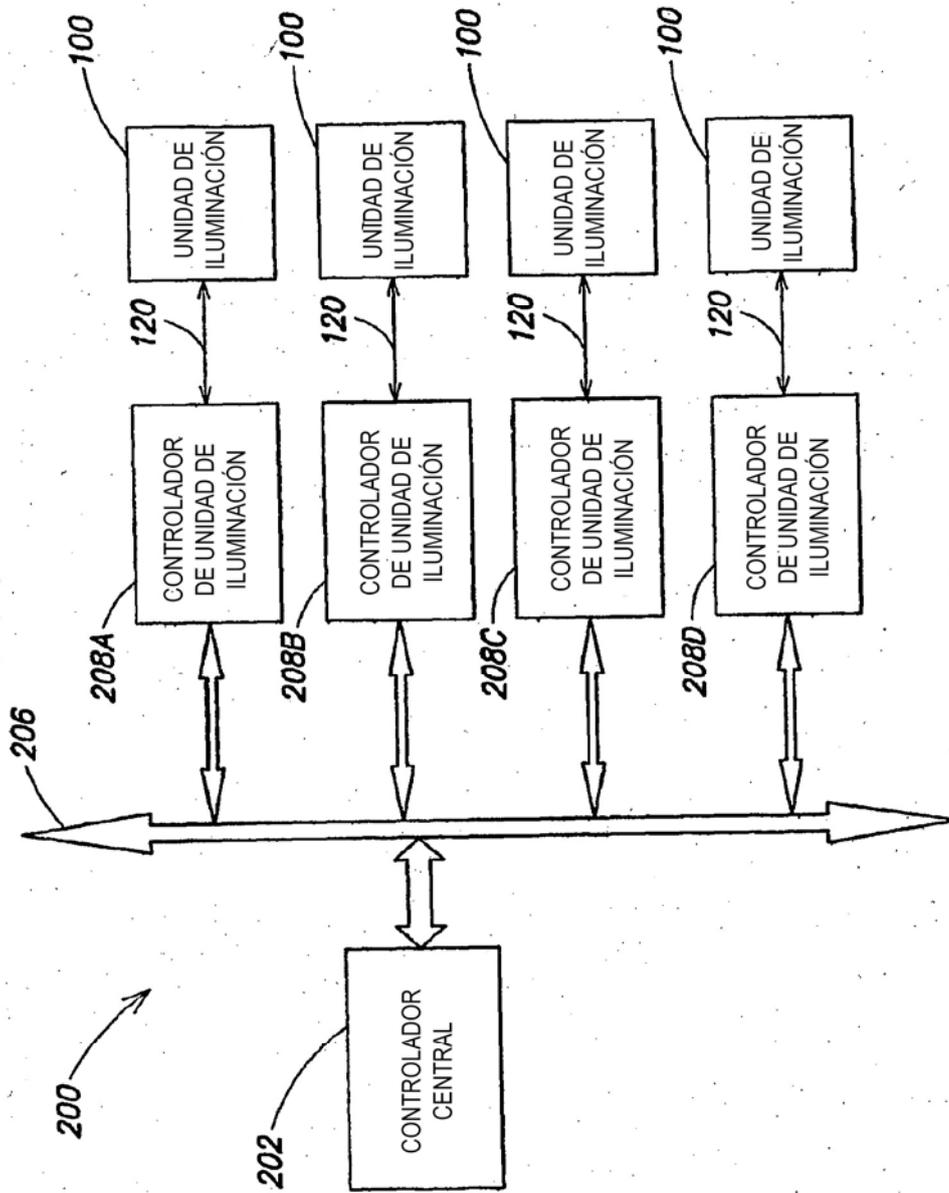


FIG. 2

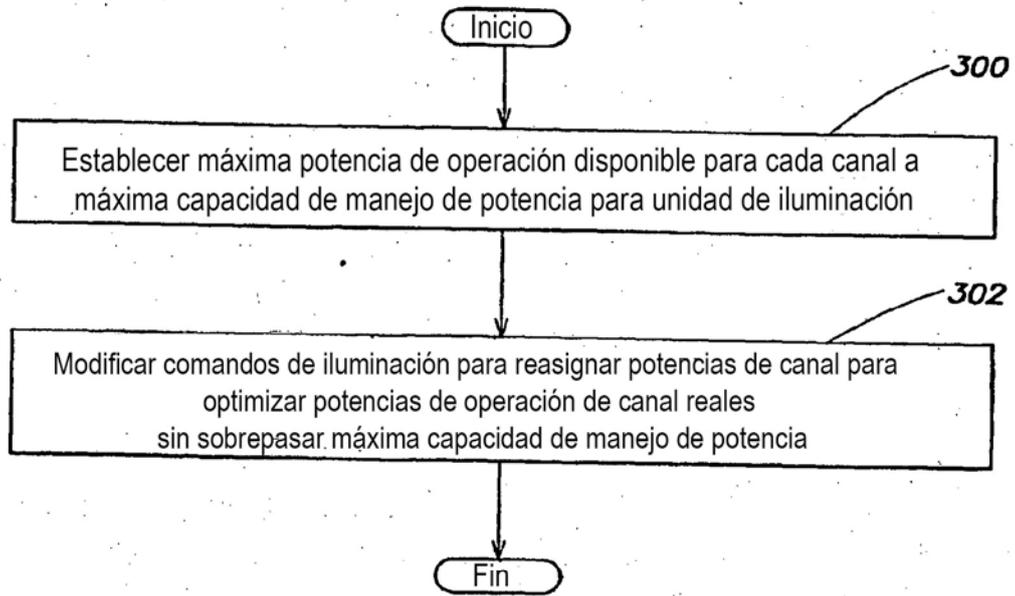


FIG. 3

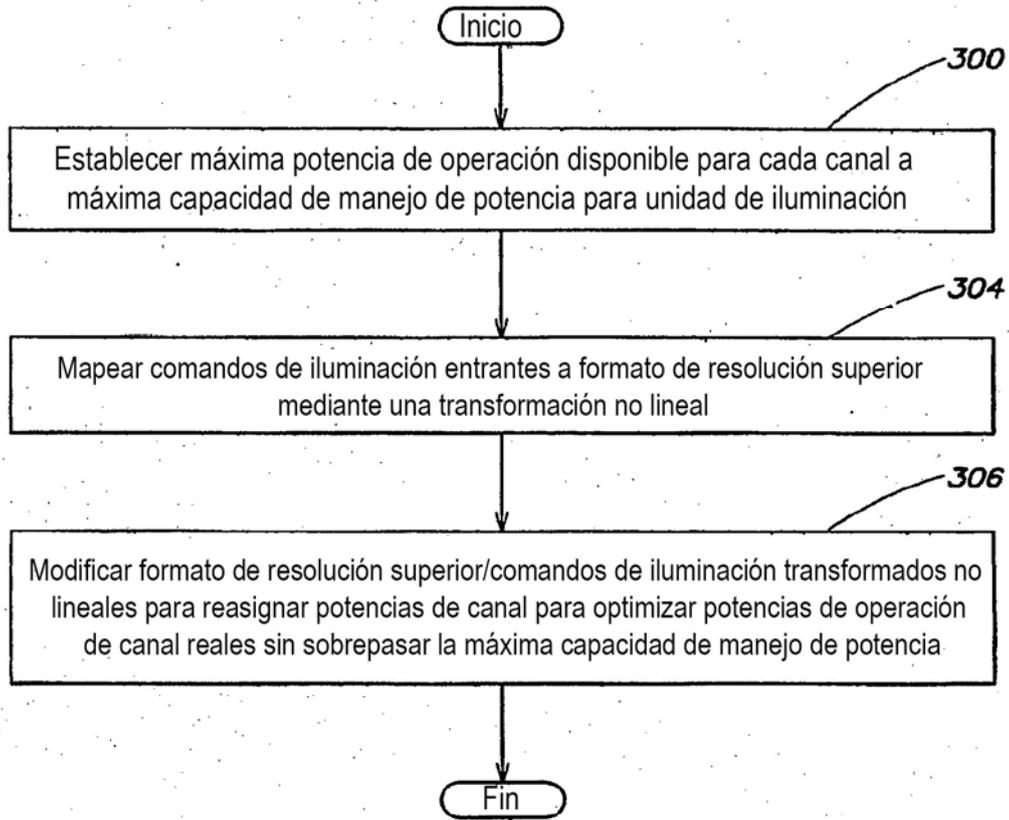


FIG. 4

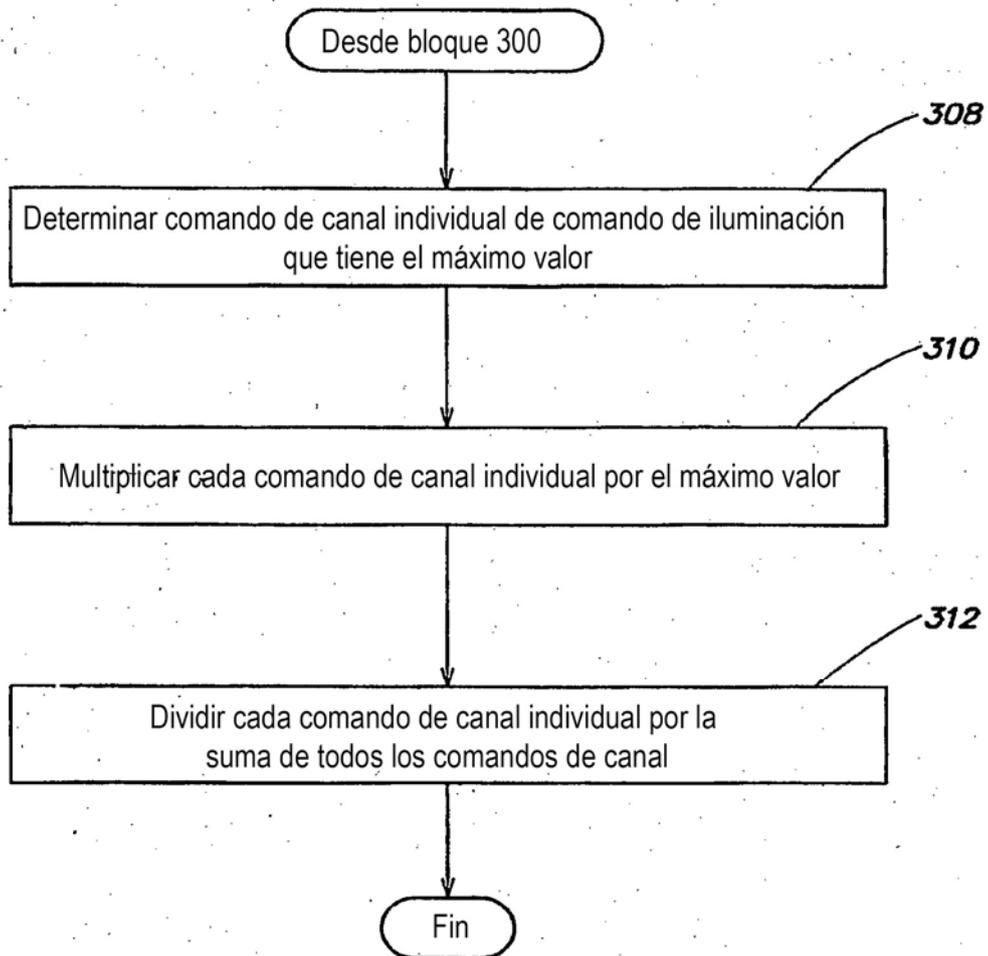


FIG. 5