

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 233**

51 Int. Cl.:
H05B 33/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08857778 .8**
96 Fecha de presentación: **02.12.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **232951**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.09.2010**

54 Título: **MÉTODO Y SISTEMA DE CONTROL DEL COLOR DE LÁMPARAS LED.**

30 Prioridad:
07.12.2007 US 12123

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.11.2011

73 Titular/es:
KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven, NL

72 Inventor/es:
GAINES, James;
CLAUBERG, Bernd y
VAN ERP, Josephus, A. M.

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 369 233 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

Método y sistema de control del color de lámparas led

- 5 El campo técnico de esta descripción son fuentes de alimentación, particularmente, un método y sistema de control del color de lámparas LED.

10 Tradicionalmente, se han usado dispositivos de iluminación incandescentes y fluorescentes como fuentes luminosas en automóviles y otros vehículos. Sin embargo, avances significativos en la tecnología de diodos emisores de luz (LED) han hecho que los LED sean atractivos para su uso en vehículos, debido a su larga vida en funcionamiento, elevada eficacia y bajo perfil. Los LED pueden generar ahora luz blanca de manera casi tan eficaz como una lámpara fluorescente compacta, y se espera que las eficacias aumenten. Para llevar a cabo completamente el ahorro de energía de los LED, los componentes electrónicos que los dirigen deben ser también eficaces.

15 Se están desarrollando lámparas LED autónomas, tales como sistema de módulos LED (LED SIM), para aplicaciones de iluminación generales que usan múltiples LED de diferente color con uno o un número limitado de circuitos integrados. Los circuitos integrados incluyen circuitos de detección, accionamiento y control para la lámpara LED. El usuario puede controlar el color y la intensidad de la lámpara.

20 Para generar luz a lo largo del espectro visible, la emisión de luz de LED de color diferente puede combinarse en proporciones particulares para producir un color deseado a partir de una lámpara LED. Por ejemplo, un LED puede generar luz roja, uno puede generar luz verde, y uno puede generar luz azul. La combinación rojo-verde-azul (RGB) puede generar cualquier color deseado y puede complementarse con un LED que genere luz ámbar (A) o blanca (W) para ajustar el índice de rendimiento de color (CRI) de la lámpara. El CRI indica la capacidad de la lámpara para reproducir los colores de objetos en comparación con una fuente de iluminación convencional, tal como la luz del sol o una lámpara incandescente. RGBA y RGBW indican lámparas de cuatro LED rojo-verde-azul-ámbar y rojo-verde-azul-blanco, respectivamente.

30 La corriente eléctrica a cada fuente de LED en la lámpara de cuatro LED está controlada independientemente para permitir que la lámpara cubra una gama completa de colores y CRI. Una disposición de fuentes de alimentación para la lámpara de cuatro LED es dos canales de LED paralelos con dos fuentes de LED en serie en cada uno de los canales de LED. La topología electrónica básica puede ser un convertidor reductor histerésico con un conmutador de canal que controla el flujo de corriente a través de cada canal. Tanto la anchura de impulso como la amplitud del flujo de corriente a través de cada canal son variables. Los límites de funcionamiento de histéresis superiores e inferiores establecen la amplitud de impulso. Un conmutador en derivación paralelo a cada fuente de LED controla el flujo de corriente a través de cada fuente de LED provocando el cortocircuito de la fuente de LED particular. Los límites de histéresis pueden establecerse para maximizar el ciclo de trabajo para una de las fuentes de LED en cada canal. La corriente del canal puede reducirse para producir la cantidad de luz requerida con el ciclo de trabajo de una fuente de LED en cada canal maximizado. Esto ahorra energía en los componentes electrónicos y da como resultado una generación de luz eficaz por los LED, que generalmente emiten luz más eficazmente a menor corriente que a mayor corriente.

45 La presente generación de lámparas LED puede generar luz sobre una gama de colores, pero surgen problemas en ciertas condiciones cuando el control de algunos o de todos los colores en un sistema de LED multicolor no es viable. Debido a la capacidad limitada para establecer los niveles de corriente y las anchura de impulso, y debido a tolerancias en diversos componentes y valores de suministro, la precisión del control de color que puede obtenerse depende de varios puntos, tales como el nivel de atenuación, las coordenadas de color, los espectros de LED, y el algoritmo de control. Si no se toma ninguna medida para liberar el control cuando se acerca a regiones problemáticas, es posible que la lámpara LED presente inestabilidad y un comportamiento impredecible en color e intensidad.

50 Un problema son los errores de medición del flujo óptico. El sistema de lámparas mide individualmente el flujo óptico de la luz a partir de fuentes de LED que generan cada color, funcionando las fuentes de LED de un modo PWM. En ciertos momentos, se modifican las formas de onda de la corriente de LED de modo que sólo un color de la fuente de LED está encendido y se realiza una medición de flujo para ese color de fuente de LED. Además, se mide un nivel de flujo inicial con todas las fuentes de LED apagadas. El dispositivo de medición del flujo óptico, tal como un fotodiodo, tiene un tiempo de respuesta que debe tenerse en cuenta al realizar la medición. Cuando la medición del flujo óptico es muy sensible con respecto a la frecuencia de corriente de LED, la señal de flujo óptico es sensible a oscilaciones en la forma de onda de la corriente, lo que puede llevar a errores de color a partir de una medición del flujo óptico que no representa el verdadero nivel de luz promedio. Cuando la medición del flujo óptico no es muy sensible con respecto a la frecuencia de corriente de LED, la señal de flujo óptico requiere un largo tiempo de propagación para estabilizarse a un valor final para la medición. Cuando la anchura de impulso de LED es demasiado estrecha, la fuente de LED puede apagarse antes de realizarse la medición, llevando a un control del color inestable.

Este problema puede ilustrarse considerando un sistema de lámparas que funciona a 1 kHz, de modo que la anchura de impulso máxima es de 1 ms. Suponiendo que el dispositivo de medición del flujo óptico se estabiliza en 20 μ s, la medición del flujo puede realizarse 20 μ s después de que se inicie el impulso, es decir, un 2% en la anchura de impulso máxima. El usuario de la lámpara puede seleccionar combinaciones de color/intensidad que darían como resultado que un ciclo de trabajo para uno o más colores fuera inferior al 2% de la anchura de impulso máxima, por ejemplo, los colores amarillentos contienen escasas porciones de azul; los colores cian contienen escasas porciones de rojo; y los colores rosa/morado contienen escasas porciones de verde. Cuando el ciclo de trabajo de un color particular es menor que el 2%, la medición del flujo se produce después de apagarse la fuente de LED particular, y el sistema de control obtendrá una lectura falsa del flujo óptico.

Frecuentemente surgen varios problemas adicionales con la medición del flujo óptico y el control del color para la presente generación de lámparas LED:

- Los tiempos de propagación y de caída de conmutadores en derivación paralelos a cada fuente de LED pueden ser una fracción significativa del pulso completo;
- el periodo de histéresis puede ser del orden de la anchura de impulso de PWM, de modo que el periodo de histéresis fraccionario, que no tiene la misma corriente promedio que los periodos completos, está presente en cada impulso PWM;
- el tiempo de propagación o de caída de la forma de onda de la corriente histerésica puede ser tan corto que el sobreimpulso o impulso corto en la forma de onda de la corriente es significativo;
- puede producirse el bloqueo de fase entre el periodo de PWM y el periodo de la forma de onda de la corriente histerésica, provocando que la medición del flujo óptico se produjera sistemáticamente en una fase fijada de la forma de onda de la corriente histerésica;
- pueden producirse grandes errores de sensor óptico a partir de altos niveles de señal-ruido a bajos niveles de luz, dependencia de la temperatura del sensor, o similares;
- pueden producirse lecturas erróneas de medición del flujo óptico a partir de fallo de fotodiodo, interferencia, o similares;
- las oscilaciones en la corriente de LED provocadas por el convertidor reductor histerésico pueden ser de frecuencia tan baja que el filtrado de fotodiodo ya no es eficaz y las mediciones de flujo no son representativas del flujo promedio; y
- puede producirse una eficacia de LED demasiado grande de uno de los colores de fuente de LED, llevando a acortar los ciclos trabajo para ese color en particular.

Sería deseable tener un método y sistema de control del color de lámparas LED que superara las desventajas anteriores.

Un aspecto de la presente invención proporciona una lámpara LED que tiene un controlador de LED; y una pluralidad de canales de LED operativamente conectados al controlador de LED, teniendo cada uno de la pluralidad de canales de LED un conmutador de canal en serie con al menos un circuito de LED derivado, teniendo el circuito de LED derivado un conmutador en derivación en paralelo con una fuente de LED. El controlador de LED determina si la fuente de LED está en un intervalo controlable de retroalimentación, almacena el flujo óptico medido para la fuente de LED cuando la fuente de LED está en el intervalo controlable de retroalimentación, y evita almacenar el flujo óptico medido cuando la fuente de LED no está en el intervalo controlable de retroalimentación.

La invención se refiere además a un sistema de control del color de lámparas LED que comprende:

una lámpara LED que tiene una pluralidad de canales de LED, teniendo cada uno de la pluralidad de canales de LED un conmutador de canal en serie con al menos un circuito de LED derivado, teniendo el circuito de LED derivado un conmutador en derivación en paralelo con una fuente de LED;

medios para inicializar parámetros de lámpara LED para la lámpara LED;

medios para determinar si la fuente de LED está en un intervalo controlable de retroalimentación;

medios para almacenar el flujo óptico medido para la fuente de LED cuando la fuente de LED está en el intervalo controlable de retroalimentación; y

medios para evitar el almacenamiento del flujo óptico medido cuando la fuente de LED no está en el intervalo controlable de retroalimentación.

Otro aspecto de la presente invención proporciona un método de control del color de lámparas LED que incluye proporcionar una lámpara LED que tiene una pluralidad de canales de LED, teniendo cada uno de la pluralidad de canales de LED un conmutador de canal en serie con al menos un circuito de LED derivado, teniendo el circuito de LED derivado un conmutador en derivación en paralelo con una fuente de LED; inicializar parámetros de lámpara LED para la lámpara LED; determinar si la fuente de LED está en un intervalo controlable de retroalimentación; almacenar el flujo óptico medido para la fuente de LED cuando la fuente de LED está en el intervalo controlable de

retroalimentación; y evitar el almacenamiento del flujo óptico medido cuando la fuente de LED no está en el intervalo controlable de retroalimentación.

5 En el método según la reivindicación 11, la determinación comprende determinar si la intensidad para el flujo óptico medido para la fuente de LED es mayor que un límite de intensidad, estando la fuente de LED en el intervalo controlable de retroalimentación cuando la intensidad para el flujo óptico medido para la fuente de LED es mayor que el límite de intensidad y no estando la fuente de LED en el intervalo controlable de retroalimentación cuando la intensidad para el flujo óptico medido para la fuente de LED no es mayor que el límite de intensidad.

10 En el método según la reivindicación 11, la determinación comprende determinar si la relación señal-ruido para el flujo óptico medido para la fuente de LED es mayor que un límite de relación señal-ruido, estando la fuente de LED en el intervalo controlable de retroalimentación cuando la relación señal-ruido para el flujo óptico medido para la fuente de LED es mayor que el límite de la relación señal-ruido y no estando la fuente de LED en el intervalo controlable de retroalimentación cuando la relación señal-ruido para el flujo óptico medido para la fuente de LED no es mayor que el límite de la relación señal-ruido.

15 En una realización del método anterior, la relación señal-ruido es una desviación estándar de un número predeterminado de mediciones del flujo óptico.

20 El método según la reivindicación 11 comprende además determinar si la fuente de LED está en el intervalo controlable de retroalimentación para cada una de las fuentes de LED en la pluralidad de canales de LED

25 Otro aspecto de la presente invención proporciona un sistema de control del color de lámparas LED que incluye una lámpara LED que tiene una pluralidad de canales de LED, teniendo cada uno de la pluralidad de canales de LED un conmutador de canal en serie con al menos un circuito de LED derivado, teniendo el circuito de LED derivado un conmutador en derivación en paralelo con una fuente de LED; medios para inicializar parámetros de lámpara LED para la lámpara LED; medios para determinar si la fuente de LED está en un intervalo controlable de retroalimentación; medios para almacenar el flujo óptico medido para la fuente de LED cuando la fuente de LED está en el intervalo controlable de retroalimentación; y medios para evitar el almacenamiento del flujo óptico medido cuando la fuente de LED no está en el intervalo controlable de retroalimentación.

30 Lo anterior y otras características y ventajas de la invención se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones actualmente preferidas, leídas junto con los dibujos adjuntos. La descripción detallada y los dibujos son meramente ilustrativos de la invención, más que limitativos del alcance de la invención que se define por las reivindicaciones adjuntas y equivalentes de las mismas.

35 La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de control del color de lámparas LED según la presente invención;

40 las figuras 2A-2B son diagramas de flujo de métodos de control del color de lámparas LED según la presente invención; y

45 la figura 3 es un diagrama esquemático de otra realización de un sistema de control del color de lámparas LED según la presente invención.

La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de control del color de lámparas LED según la presente invención. En este ejemplo, la lámpara LED es un circuito de canal doble, una lámpara de circuito de LED doble, es decir, la lámpara LED tiene dos canales de LED con dos circuitos de LED derivados por canal de LED.

50 La lámpara 30 LED que emplea el sistema de control del color incluye un controlador 58 de LED, que tiene un microcontrolador 50 operativamente conectado a un control 40 histerésico de circuito integrado de aplicación específica (ASIC), que controla la alimentación a los dos canales 60 de LED. Cada canal 60 de LED tiene un conmutador 62 de canal y un circuito 64 de LED conectado en serie entre la tensión y la línea común. Cada conmutador 62 de canal recibe una señal 63 de control de conmutador de canal desde el control 40 histerésico de ASIC para controlar el flujo de corriente a través del canal 60 de LED. En este ejemplo, cada circuito 64 de LED incluye un diodo 67 en paralelo con un inductor 66 en serie con dos circuitos 83 de LED derivados y una resistencia 81. Cada circuito 83 de LED derivado incluye un conmutador 68 en derivación en paralelo con una fuente 80 de LED. La fuente 80 de LED incluye uno o más LED conectados en serie y/o paralelo entre sí para generar luz de un color o longitud de onda deseado. Cada uno de los conmutadores 68 en derivación recibe una señal 69 de control de conmutador en derivación desde el control 40 histerésico de ASIC. El conmutador 68 en derivación acorta la corriente del canal alrededor de su fuente de LED asociada para controlar la emisión de luz de la fuente de LED asociada. En este ejemplo, la topología electrónica básica es un convertidor reductor histerésico. El controlador 58 de LED incluye almacenamiento de datos para almacenar datos de funcionamiento, tales como el flujo óptico medido para las fuentes 80 de LED. Los expertos en la técnica apreciarán que el controlador 58 de LED puede ser un único circuito integrado o varios circuitos integrados operativamente conectados que proporcionan las funciones deseadas. Por ejemplo, el controlador 58 de LED puede ser un único circuito integrado que incluye un microprocesador con

memoria incorporada, o puede ser dos circuitos integrados incluyendo uno un microprocesador e incluyendo el otro la memoria.

5 La emisión de color de cada fuente 80 de LED puede seleccionarse para producir la emisión de luz desde la lámpara 30 LED según se desee para un fin particular. En una realización, las fuentes de LED son rojo-verde-azul-ámbar (RGBA). En otra realización, las fuentes de LED son rojo-verde-azul-blanco (RGBW). En una realización, las fuentes 80 de LED que generan luz verde y luz azul pueden estar en un canal 60 de LED y las fuentes 80 de LED que generan luz ámbar y luz roja pueden estar en otro canal 60 de LED.

10 El microcontrolador 50 recibe señales 42 de introducción de datos por el usuario, tales como señales de comando de color, señales de comando de atenuación, o similares. El microcontrolador 50 puede recibir también señales 44 de retroalimentación del microcontrolador, tales como señales del sensor de temperatura, señales del sensor óptico, o similares, tal como se desea para una aplicación particular. En una realización, las señales 44 de retroalimentación se generan mediante el control 40 histerésico de ASIC a partir de señales 52 de retroalimentación, tales como
15 señales del sensor de temperatura, señales del sensor óptico, o similares, según se desee para una aplicación particular. El microcontrolador 50 genera una señal 46 autorizada de lado alto (HS) y una señal 48 de modulación de anchura de impulso de lado bajo (LS PWM), que se proporcionan para el control 40 histerésico de ASIC, en respuesta a las señales 42 de introducción de datos por el usuario, y, opcionalmente, las señales 44 de retroalimentación del microcontrolador.

20 El control 40 histerésico de ASIC recibe también señales 54 de retroalimentación de corriente que indican la corriente a través de cada uno de los canales 60 de LED y es sensible a las señales 54 de retroalimentación de corriente para ajustar las señales 63 de control del conmutador de canal. El control 40 histerésico de ASIC genera las señales 63 de control del conmutador de canal y las señales 69 de control de conmutador en derivación en
25 respuesta a las señales 46 autorizadas HS, señales 48 LS PWM, señales 54 de retroalimentación de corriente y, opcionalmente, las señales 52 de retroalimentación de control.

En funcionamiento, el usuario proporciona señales 42 de introducción de datos por el usuario al microcontrolador 50, que genera señales 46 autorizadas HS y señales 48 LS PWM. El control 40 histerésico de ASIC recibe las señales
30 46 autorizadas HS y señales 48 LS PWM y genera las señales 63 de control del conmutador de canal y señales 69 de control de conmutador en derivación. El controlador 58 de LED puede implementar el método de control del color de LED tal como se describe en relación a la figura 2 a continuación para generar las señales 63 de control del conmutador de canal y las señales 69 de control de conmutador en derivación. Con referencia a la figura 1, se proporciona una señal 63 de control de conmutador de canal en cada uno de los conmutadores 62 de canal para controlar el flujo de corriente a través del canal 60 de LED y se proporciona una señal 69 de control de conmutador en derivación en cada uno de los conmutadores 68 en derivación para controlar la emisión de luz de la fuente de LED asociada. En una realización, el control 40 histerésico de ASIC recibe y es sensible a las señales 54 de retroalimentación de corriente a partir de los canales 60 de LED. En otra realización, el control 40 histerésico de ASIC recibe y es sensible a las señales 52 de retroalimentación de control, tales como una señal 53 de retroalimentación de temperatura a partir de un sensor 51 de temperatura y/o señales 55 de retroalimentación del flujo óptico a partir de uno o más sensores 56 del flujo óptico. El sensor 56 de flujo óptico puede ser un fotodiodo amplificado, con varios valores diferenciados de ganancia de amplificador de fotodiodo para permitir una buena relación señal-ruido para mediciones del flujo óptico a diferentes niveles de emisión de luz de LED. Los expertos en la técnica apreciarán que el controlador 58 de LED puede recibir señales de control del sistema según se desee para
45 una aplicación del sistema de iluminación particular. Las señales de control del sistema pueden generarse mediante y/o según esquemas de control por cable, tales como un protocolo DALI, un protocolo DMX, o similares, o con esquemas de control inalámbrico, tales como un protocolo ZigBee o similares. En una realización, el controlador 58 de LED puede transmitir señales de control del sistema a otras lámparas en un sistema de iluminación para hacer que las lámparas realicen los mismos cambios que hacía la lámpara de origen. Por ejemplo, el controlador 58 de LED puede transmitir una señal de control del sistema que da instrucciones a las otras lámparas en una sala para cambiar la emisión de color de luz para que coincida con los cambios de color en la lámpara de origen, tal como puede requerirse para reducir la pérdida de potencia en la lámpara de origen.

55 Las figuras 2A-2B, en las que elementos iguales comparten números de referencia iguales, son diagramas de flujo de métodos de control del color de lámparas LED según la presente invención. La figura 2A es un diagrama de flujo para una lámpara LED con corriente de LED constante. La figura 2B es un diagrama de flujo para una lámpara LED con corriente de LED variable. En una realización, la lámpara LED es un circuito de canal doble, lámpara de circuito de LED doble tal como se ilustra en la figura 1. En otra realización, la lámpara LED es circuito de canal cuádruple, la lámpara de circuito de LED individual tal como se ilustra en la figura 3. Los expertos en la técnica apreciarán que los métodos de control del color de LED de las figuras 2A-2B pueden usarse en cualquier configuración de lámpara LED en la que cualquier número de fuentes de LED controladas independientemente generen colores diferenciados. En una realización, la lámpara LED emplea un circuito integrado de aplicación específica (ASIC). En otra realización, la lámpara LED emplea componentes diferenciados.

65 Los métodos de control del color de LED impiden la pérdida de control del color cuando los parámetros introducidos de la lámpara se cambian a condiciones en las que la medición del flujo de uno o más de los colores de LED ya no

es viable, es decir, cuando la fuente de LED para el color de LED está fuera del intervalo controlable de retroalimentación. La lámpara LED almacena el último flujo óptico medido válido para cada color y sólo regenera este valor almacenado con un nuevo valor para el flujo óptico medido cuando las condiciones permiten una medición del flujo válida. El software que se ejecuta en el controlador de lámpara LED monitoriza las condiciones para determinar cuándo pueden realizarse mediciones del flujo óptico válidas. La retroalimentación del flujo óptico se usa principalmente para corregir la degradación del funcionamiento de la fuente de LED durante periodos prolongados y la degradación se da de la manera más probable para fuentes de LED accionadas a rendimiento completo, de modo que usar temporalmente un valor almacenado para el flujo óptico medido para fuentes de LED accionadas a bajo rendimiento tiene un efecto mínimo sobre el funcionamiento de la lámpara LED.

Con referencia a la figura 2A, el método 200 incluye uno o más modos de determinar si la fuente de LED está en un intervalo 220 controlable de retroalimentación. El intervalo controlable de retroalimentación tal como se define en el presente documento es el intervalo de funcionamiento de una fuente de LED en la lámpara LED en la que una señal de retroalimentación, tal como la señal de retroalimentación del flujo óptico que indica el flujo óptico, proporciona retroalimentación válida al controlador permitiendo el funcionamiento en respuesta de la fuente de LED. Los ejemplos de determinar si la fuente de LED está en un intervalo 220 controlable de retroalimentación incluyen determinar si la anchura de impulso para la fuente de LED es mayor que un límite 206 de anchura de impulso, determinar si la intensidad para el flujo óptico medido para la fuente de LED es mayor que un límite 210 de intensidad, determinar si la relación señal-ruido para el flujo óptico medido para la fuente de LED es mayor que un límite 212 de relación señal-ruido, o similares. Los ejemplos pueden usarse individualmente, en combinación, o en cualquier orden deseado. Los expertos en la técnica apreciarán que los modos particulares de determinar si la fuente de LED está en un intervalo 220 controlable de retroalimentación pueden seleccionarse según se desee para una aplicación y una configuración de lámpara LED particulares.

El método 200 comienza en 201 e incluye inicializar los parámetros de lámpara LED para la lámpara 202 LED e iniciar un bucle de medición óptica tras n segundos 204. Los expertos en la técnica apreciarán que la primera medición óptica al entrar en el bucle de medición óptica puede realizarse en cualquier momento y que no se requiere un retraso de n segundos, y después de eso, puede realizarse la medición óptica cada n segundos periódicamente. Se determina si la anchura de impulso para el color i ésimo $PW(i)$ es mayor que un límite 206 de anchura de impulso $PW\ lim$. Cuando la anchura de impulso para el color i ésimo $PW(i)$ no es mayor que el límite de anchura de impulso $PW\ lim$, se determina si el color i ésimo es el último color 216 i . Cuando el color i ésimo es el último color i , el método 200 vuelve a iniciar un bucle de medición óptica tras n segundos 204. Cuando el color i ésimo no es el último color i , el color i ésimo se incrementa hasta el color $i+1$ y el bucle de medición óptica continúa con la determinación de si la anchura de impulso para el color i ésimo $PW(i)$ es mayor que el límite 206 de anchura de impulso $PW\ lim$ para el color siguiente. El método 200 puede continuar con la determinación por parte del controlador 58 de LED de si la fuente 80 de LED está en el intervalo controlable de retroalimentación para cada una de las fuentes 80 de LED en la pluralidad de canales 60 de LED.

Cuando la anchura de impulso para el color i ésimo $PW(i)$ es mayor que el límite de anchura de impulso $PW\ lim$, se mide el flujo óptico para el color i ésimo 208 y se determina si la intensidad para el color i ésimo $Int(i)$ para el flujo óptico es mayor que un límite 210 de intensidad $Int\ lim$. Cuando la intensidad para el color i ésimo $Int(i)$ para el flujo óptico no es mayor que el límite de intensidad $Int\ lim$, se determina si el color i ésimo es el último color i 216 y el método 200 continúa. Cuando la intensidad para el color i ésimo $Int(i)$ para el flujo óptico es mayor que el límite de intensidad $Int\ lim$, se determina si una relación señal-ruido para el color i ésimo $S/N(i)$ para el flujo óptico es mayor que un límite 212 de relación señal-ruido $S/N\ lim$. Cuando la relación señal-ruido para el color i ésimo $S/N(i)$ para el flujo óptico no es mayor que un límite de relación señal-ruido $S/N\ lim$, se determina si el color i ésimo es el último color i 216 y el método 200 continúa. Cuando la relación señal-ruido para el color i ésimo $S/N(i)$ para el flujo óptico es mayor que un límite de relación señal-ruido $S/N\ lim$, el flujo óptico para el color i ésimo se almacena para su uso 214. Se determina si el color i ésimo es el último color i 216 y el método 200 continúa.

Inicializar los parámetros de lámpara LED para la lámpara 202 LED puede incluir inicializar los parámetros de lámpara LED tales como los parámetros de color, parámetros de atenuación, y similares. Los valores iniciales pueden predeterminarse por el fabricante, diseñador de iluminación, o pueden ser introducciones de datos por el usuario almacenadas en un uso anterior. Cuando la introducción de datos por el usuario se cambia durante el funcionamiento, el método 200 puede volver a comenzar con los parámetros de lámpara LED de inicio para que la lámpara 202 LED refleje la introducción de datos por el usuario modificada.

Iniciar un bucle de medición óptica tras n segundos 204 puede incluir iniciar un bucle de medición óptica tras un número predeterminado de segundos. En un ejemplo, el bucle de medición inicia el bucle de medición óptica aproximadamente cada 7 milisegundos, equivalente a una frecuencia de aproximadamente 140 hercios. Los expertos en la técnica apreciarán que el tiempo puede seleccionarse para prevenir la percepción de artefactos de color (centelleo), aunque puede usarse un tiempo más lento del orden de minutos si se realizan otras mediciones para minimizar el centelleo.

Determinar si la anchura de impulso para el color i ésimo $PW(i)$ es mayor que un límite 206 de anchura de impulso $PW\ lim$ deshabilita la nueva medición del flujo óptico y/o almacenamiento para cualquier color cuando la anchura de

impulso está por debajo de un límite de anchura de impulso, es decir, el ciclo de trabajo para el color está por debajo de un cierto porcentaje del ciclo de trabajo máximo, tal como el 2%. La fuente de LED no está en el intervalo controlable de retroalimentación cuando la anchura de impulso para la fuente de LED no es mayor que el límite de anchura de impulso. Se conserva la medición del flujo válida más reciente, de modo que puede continuar el control del control, incluso con el ciclo de trabajo corto. La medición del flujo óptico almacenada se usa hasta que la lámpara LED vuelve al intervalo controlable de retroalimentación en el que pueden realizarse nuevas mediciones de flujo válidas y puede reanudarse el control del color completo. El control del color completo puede mantenerse para colores que tienen una anchura de impulso por encima del límite de anchura de impulso, incluso aunque uno o más colores tengan una anchura de impulso por debajo del límite de anchura de impulso. Fuera del intervalo controlable de retroalimentación, las fuentes de LED no se accionan en general al límite, tales como regiones de bajo ciclo de trabajo y/o de baja emisión de luz.

Medir el flujo óptico para el color iésimo 208 puede incluir medir el flujo óptico con un sensor óptico, tal como un fotodiodo, que genera una señal de flujo óptico.

Determinar si la intensidad para el color iésimo $Int(i)$ para el flujo óptico es mayor que un límite 210 de intensidad $Int\ lim$ deshabilita el nuevo almacenamiento de flujo óptico para cualquier color cuando la intensidad es menor que el límite de intensidad, es decir, cuando la selección de color/intensidad hace que uno o más de los colores de LED caigan fuera del intervalo controlable de retroalimentación. La fuente de LED no está en el intervalo controlable de retroalimentación cuando la intensidad para el flujo óptico medido para la fuente de LED no es mayor que el límite de intensidad. La medición del flujo óptico almacenada se usa hasta que la lámpara LED vuelve al intervalo controlable de retroalimentación de modo que pueden realizarse nuevas mediciones de flujo y puede reanudarse el control del color completo.

Determinar si una relación señal-ruido para el color iésimo $S/N(i)$ para el flujo óptico es mayor que un límite 212 de relación señal-ruido $S/N\ lim$ deshabilita el nuevo almacenamiento de flujo óptico para cualquier color cuando la relación señal-ruido es menor que el límite de la relación señal-ruido, es decir, cuando la selección de color/intensidad hace que uno o más de los LED caigan fuera del intervalo controlable de retroalimentación. La fuente de LED no está en el intervalo controlable de retroalimentación cuando la relación señal-ruido para el flujo óptico medido para la fuente de LED no es mayor que el límite de la relación señal-ruido. La medición del flujo óptico almacenada se usa hasta que la lámpara LED vuelve al intervalo controlable de retroalimentación de modo que pueden realizarse nuevas mediciones del flujo óptico y puede reanudarse el control del color completo. En una realización, la determinación 212 incluye realizar mediciones del flujo óptico un número predeterminado de veces, tal como 100 veces, calcular una desviación estándar de las mediciones del flujo óptico, usar la desviación estándar como la relación señal-ruido para el color iésimo $S/N(i)$, y determinar si la relación señal-ruido para el color iésimo $S/N(i)$ para el flujo óptico es mayor que un límite de relación señal-ruido $S/N\ lim$. El uso de varias mediciones del flujo óptico detecta la erosión de la relación señal-ruido a la vez que se evitan mediciones del flujo óptico falsas.

Almacenar el flujo óptico para el color iésimo para su uso 214 puede incluir almacenar el flujo óptico para el color iésimo en el controlador de LED. El flujo óptico almacenado puede usarse como señal de retroalimentación cuando la lámpara LED se hace funcionar fuera del intervalo controlable de retroalimentación. En una realización, el flujo óptico almacenado puede seguirse a lo largo del tiempo para una corriente de LED predeterminada. Cuando el flujo óptico almacenado es menor que un límite de flujo óptico almacenado, el controlador de LED puede generar una señal de final de vida de lámpara LED que ordena al usuario sustituir la lámpara LED.

La lámpara LED puede incluir medidas para reducir la disipación de energía en los componentes electrónicos de la lámpara LED que puedan afectar al control del color. La frecuencia de corriente de LED puede reducirse aumentando la diferencia en los límites histéresicos. Una menor frecuencia puede afectar de manera adversa al control del color, cuando el filtrado de señales de flujo óptico es insuficiente para filtrar la menor frecuencia. El método 200 puede incluir deshabilitar el nuevo almacenamiento de flujo óptico para cualquier color cuando la frecuencia de corriente de LED es menor que un límite de frecuencia de corriente de LED o cuando la diferencia entre los valores de histéresis es mayor que un límite de diferencia de valores de histéresis.

El método 200 puede incluir también medidas para mantener el funcionamiento de la lámpara LED dentro del intervalo controlable de retroalimentación. La lámpara LED puede reducir el índice de rendimiento de color (CRI) para mantener una mayor intensidad de ciertos colores de LED y por lo tanto para mantener el control de retroalimentación del color de esos colores de LED. En el ejemplo de una lámpara LED rojo-verde-azul-ámbar (RGBA), un color de LED con un bajo ciclo de trabajo puede apagarse a expensas del CRI y los otros colores se reequilibran para mantener las coordenadas de color y el control de retroalimentación correctos. De manera similar, la temperatura del color puede compensarse con ciclos de trabajo para mantener el control de retroalimentación de color. El objetivo es conservar todos los ciclos de trabajo por encima del nivel mínimo, de modo que puede medirse el flujo óptico para todas las fuentes de LED durante la cantidad máxima de tiempo.

La figura 2B es un diagrama de flujo para una lámpara LED con corriente de LED variable. Se determina si la anchura de impulso para el color iésimo $PW(i)$ es mayor que un límite 206 de anchura de impulso $PW\ lim$. Cuando la anchura de impulso para el color iésimo $PW(i)$ no es mayor que el límite de anchura de impulso $PW\ lim$, se

- 5 determina si la corriente de LED para el color i ésimo $I(i)$ es menor que una corriente 232 de LED mínima I_{\min} . Cuando la corriente de LED para el color i ésimo $I(i)$ es menor que la corriente de LED mínima I_{\min} , se determina si el color i ésimo es el último color $i = 216$ y el método 200 continúa. Cuando la corriente de LED para el color i ésimo $I(i)$ no es menor que la corriente de LED mínima I_{\min} , la corriente de LED para el color i ésimo $I(i)$ se reduce y la anchura 234 de impulso para el color i ésimo $PW(i)$ se aumenta. El método 200 continúa con determinar si la anchura de impulso para el color i ésimo $PW(i)$ es mayor que un límite 206 de anchura de impulso PW_{\lim} .
- 10 Determinar si la anchura de impulso para el color i ésimo $PW(i)$ es mayor que un límite 206 de anchura de impulso PW_{\lim} permite el ajuste de la corriente de LED cuando la corriente ya no está a la corriente de LED mínima. Disminuir la corriente de LED y aumentar la anchura 234 de impulso mantiene la misma emisión de luz desde la fuente de LED a la vez que mejora la capacidad para medir el flujo óptico debido a la mayor anchura de impulso. En una realización, la corriente de LED mínima I_{\min} se determina a niveles de corriente diferenciados durante la fabricación puesto que la emisión espectral de las fuentes de LED cambia con la corriente.
- 15 La corriente de LED mínima I_{\min} puede depender del diseño de la lámpara LED y puede depender adicionalmente de la introducción de datos por el usuario solicitada.
- 20 Cuando el funcionamiento de cada fuente de LED en la lámpara LED es independiente de las otras fuentes de LED en la lámpara LED, tal como en el ejemplo ilustrado por la figura 3, la corriente de LED mínima I_{\min} depende del diseño de la lámpara LED. En este caso, la corriente de LED mínima I_{\min} se determina por factores tales como la capacidad de los componente electrónicos de la lámpara LED para generar corrientes de canal estables, la capacidad de las fuentes de LED para generar emisión de luz estable, la capacidad de los fotodiodos para medir flujos ópticos estables, la calibración de corrientes particulares, y similares. Estos factores pueden determinar también la corriente de LED mínima I_{\min} cuando el funcionamiento de cada fuente de LED en la lámpara LED no es independiente de las otras fuentes de LED en la lámpara LED, siempre que la introducción de datos por el usuario no requiera un ciclo de trabajo máximo para una de las fuentes de LED en un canal de LED.
- 25 Cuando el funcionamiento de cada fuente de LED en la lámpara LED no es independiente de las otras fuentes de LED en la lámpara LED, tal como en el ejemplo ilustrado mediante la figura 1, la corriente de LED mínima I_{\min} puede depender de la introducción de datos por el usuario, es decir, de la emisión de atenuación y color requerida por el usuario. En este ejemplo, la lámpara LED incluye canales de LED con más de un circuito de LED en cada canal de LED, de modo que cada circuito de LED en un canal de LED recibe la misma corriente de canal. Cada circuito de LED incluye una fuente de LED. Con el fin de medir el flujo óptico, el ciclo de trabajo máximo para cada fuente de LED se limita a menos del 100 por ciento, tal como aproximadamente el 90 por ciento o más según se desee para una aplicación particular. Una introducción de datos por el usuario para un punto de funcionamiento requerido puede requerir que una de las fuentes de LED en un canal de LED funcione en el ciclo de trabajo máximo con una amplitud de corriente particular según se requiera para satisfacer la introducción de datos por el usuario. La amplitud de corriente no puede reducirse sin reducir la emisión de luz global a partir de la fuente de LED de ciclo de trabajo máximo. Aunque otra fuente de LED en el canal de LED puede tener sólo una pequeña emisión de luz para la introducción de datos por el usuario, y sería deseable aumentar el ciclo de trabajo y reducir la amplitud de corriente para la fuente de LED de pequeña emisión de luz, se mantiene la amplitud de corriente de canal para mantener la emisión de luz requerida de la otra fuente de LED que funciona al ciclo de trabajo máximo. Por lo tanto, la corriente de LED mínima I_{\min} para todas las fuentes de LED en el canal de LED es la misma y se determina por la fuente de LED que funciona al ciclo de trabajo máximo.
- 30 Cuando el funcionamiento de cada fuente de LED en la lámpara LED no es independiente de las otras fuentes de LED en la lámpara LED, tal como en el ejemplo ilustrado mediante la figura 1, la corriente de LED mínima I_{\min} puede depender de la introducción de datos por el usuario, es decir, de la emisión de atenuación y color requerida por el usuario. En este ejemplo, la lámpara LED incluye canales de LED con más de un circuito de LED en cada canal de LED, de modo que cada circuito de LED en un canal de LED recibe la misma corriente de canal. Cada circuito de LED incluye una fuente de LED. Con el fin de medir el flujo óptico, el ciclo de trabajo máximo para cada fuente de LED se limita a menos del 100 por ciento, tal como aproximadamente el 90 por ciento o más según se desee para una aplicación particular. Una introducción de datos por el usuario para un punto de funcionamiento requerido puede requerir que una de las fuentes de LED en un canal de LED funcione en el ciclo de trabajo máximo con una amplitud de corriente particular según se requiera para satisfacer la introducción de datos por el usuario. La amplitud de corriente no puede reducirse sin reducir la emisión de luz global a partir de la fuente de LED de ciclo de trabajo máximo. Aunque otra fuente de LED en el canal de LED puede tener sólo una pequeña emisión de luz para la introducción de datos por el usuario, y sería deseable aumentar el ciclo de trabajo y reducir la amplitud de corriente para la fuente de LED de pequeña emisión de luz, se mantiene la amplitud de corriente de canal para mantener la emisión de luz requerida de la otra fuente de LED que funciona al ciclo de trabajo máximo. Por lo tanto, la corriente de LED mínima I_{\min} para todas las fuentes de LED en el canal de LED es la misma y se determina por la fuente de LED que funciona al ciclo de trabajo máximo.
- 35 En una realización, la corriente en disminución de LED y la anchura 234 de impulso en aumento incluye además ajustar ganancia del sensor óptico. La ganancia del sensor óptico se cambia para garantizar que la señal del sensor óptico es suficientemente grande como para proporcionar una medición precisa del flujo óptico con un convertidor analógico-digital (A/D). La ganancia del sensor óptico se cambia de manera inversa al cambio en la intensidad de LED, que depende de la corriente de LED.
- 40 La figura 3 en la que elementos iguales comparten números de referencia iguales con la figura 1, es un diagrama esquemático de otra realización de un sistema de control del color de lámparas LED según la presente invención. En este ejemplo, la lámpara LED es un circuito de canal cuádruple, lámpara de circuito de LED individual, es decir, la lámpara LED tiene cuatro canales de LED con un circuito de LED derivado por canal de LED. Puede proporcionarse una fuente de LED de color diferente en cada uno de los canales de LED, de modo que puede controlarse la corriente para cada uno de los colores de LED. Las pérdidas de potencia a los conmutadores en derivación pueden minimizarse porque la corriente a través de un canal de LED puede apagarse con el conmutador de canal para el canal de LED cuando no es necesario un color particular.
- 45 La lámpara 30 LED que emplea el sistema de control del color incluye un controlador 58 de LED, que tiene un microcontrolador 50 operativamente conectado a un control 40 histerésico de circuito integrado de aplicación específica (ASIC), que controla la alimentación a los cuatro canales 60 de LED. Cada canal 60 de LED tiene un conmutador 62 de canal y circuito 64 de LED conectados en serie entre la tensión y la línea común. Cada conmutador 62 de canal recibe una señal 63 de control de conmutador de canal desde el control 40 histerésico de ASIC para controlar el flujo de corriente a través del canal 60 de LED. En este ejemplo, cada circuito 64 de LED
- 50 La figura 3 en la que elementos iguales comparten números de referencia iguales con la figura 1, es un diagrama esquemático de otra realización de un sistema de control del color de lámparas LED según la presente invención. En este ejemplo, la lámpara LED es un circuito de canal cuádruple, lámpara de circuito de LED individual, es decir, la lámpara LED tiene cuatro canales de LED con un circuito de LED derivado por canal de LED. Puede proporcionarse una fuente de LED de color diferente en cada uno de los canales de LED, de modo que puede controlarse la corriente para cada uno de los colores de LED. Las pérdidas de potencia a los conmutadores en derivación pueden minimizarse porque la corriente a través de un canal de LED puede apagarse con el conmutador de canal para el canal de LED cuando no es necesario un color particular.
- 55 La lámpara 30 LED que emplea el sistema de control del color incluye un controlador 58 de LED, que tiene un microcontrolador 50 operativamente conectado a un control 40 histerésico de circuito integrado de aplicación específica (ASIC), que controla la alimentación a los cuatro canales 60 de LED. Cada canal 60 de LED tiene un conmutador 62 de canal y circuito 64 de LED conectados en serie entre la tensión y la línea común. Cada conmutador 62 de canal recibe una señal 63 de control de conmutador de canal desde el control 40 histerésico de ASIC para controlar el flujo de corriente a través del canal 60 de LED. En este ejemplo, cada circuito 64 de LED
- 60 La lámpara 30 LED que emplea el sistema de control del color incluye un controlador 58 de LED, que tiene un microcontrolador 50 operativamente conectado a un control 40 histerésico de circuito integrado de aplicación específica (ASIC), que controla la alimentación a los cuatro canales 60 de LED. Cada canal 60 de LED tiene un conmutador 62 de canal y circuito 64 de LED conectados en serie entre la tensión y la línea común. Cada conmutador 62 de canal recibe una señal 63 de control de conmutador de canal desde el control 40 histerésico de ASIC para controlar el flujo de corriente a través del canal 60 de LED. En este ejemplo, cada circuito 64 de LED
- 65 La lámpara 30 LED que emplea el sistema de control del color incluye un controlador 58 de LED, que tiene un microcontrolador 50 operativamente conectado a un control 40 histerésico de circuito integrado de aplicación específica (ASIC), que controla la alimentación a los cuatro canales 60 de LED. Cada canal 60 de LED tiene un conmutador 62 de canal y circuito 64 de LED conectados en serie entre la tensión y la línea común. Cada conmutador 62 de canal recibe una señal 63 de control de conmutador de canal desde el control 40 histerésico de ASIC para controlar el flujo de corriente a través del canal 60 de LED. En este ejemplo, cada circuito 64 de LED

- 5 incluye un diodo 67 en paralelo con un inductor 66 en serie con un conmutador 68 en derivación. Cada uno de los conmutadores 68 en derivación recibe una señal 69 de control de conmutador en derivación desde el control 40 histerésico de ASIC y se conecta en paralelo a una fuente 80 de LED. El conmutador 68 en derivación acorta la corriente de canal alrededor de su fuente de LED asociada para controlar la emisión de luz de la fuente de LED asociada. En este ejemplo, la topología electrónica básica es un convertidor reductor histerésico. El inductor 66 para cada canal 60 de LED puede dimensionarse para proporcionar la frecuencia de conmutación deseada para la fuente 80 de LED particular en ese canal 60 de LED. En una realización, las fuentes 80 de LED en cada uno de los canales 60 de LED pueden generar luz de colores diferentes.
- 10 En funcionamiento, el usuario proporciona señales 42 de introducción de datos por el usuario al microcontrolador 50, que genera señales 46 autorizadas HS y señales 48 LS PWM. El control 40 histerésico de ASIC recibe las señales 46 autorizadas HS y señales 48 LS PWM y genera las señales 63 de control del conmutador de canal y señales 69 de control de conmutador en derivación. El controlador 58 de LED puede implementar el método de control del color de LED tal como se describe junto con la figura 2 anteriormente para generar las señales 63 de control del conmutador de canal y señales 69 de control de conmutador en derivación. Con referencia a la figura 3, se proporciona una señal 63 de control de conmutador de canal a cada uno de los conmutadores 62 de canal para controlar el flujo de corriente a través del canal 60 de LED y se proporciona una señal 69 de control de conmutador en derivación a cada uno de los conmutadores 68 en derivación para controlar la emisión de luz de la fuente de LED asociada.
- 20 En una realización, el inductor 66 para cada canal 60 de LED incluye dos o más inductores, estando dimensionado uno de los inductores para saturar una corriente elevada. La corriente es elevada durante el funcionamiento normal en el punto de funcionamiento del diseño que genera luz blanca con un color y CRI óptimos, de modo que un inductor en cada canal 60 de LED está normalmente saturado. Cuando la corriente en el canal 60 de LED es baja, tal como el funcionamiento a un color y/o CRI diferente del punto de funcionamiento del diseño, el inductor saturado en cada canal 60 de LED se vuelve insaturado. Esto aumenta la inductancia total del inductor 66 y reduce la frecuencia de conmutación para el canal 60 de LED. Los dos o más inductores del inductor 66 para cada canal 60 de LED pueden seleccionarse de modo que la ventana de histéresis sea un porcentaje constante del nivel de corriente a través del canal 60 de LED, de modo que la frecuencia de conmutación cambia suavemente con un nivel de corriente decreciente. En una realización, el límite superior práctico de la frecuencia es de aproximadamente 2 MHz. El límite de frecuencia inferior depende de la frecuencia de PWM y puede ser mucho mayor que la frecuencia de PWM, tal como dos o más órdenes de magnitud mayor que la frecuencia de PWM.
- 25
- 30

REIVINDICACIONES

1. Lámpara LED que comprende:
 un controlador 58 de LED; y
 una pluralidad de canales 60 de LED operativamente conectados al controlador 58 de LED, teniendo cada uno de la pluralidad de canales 60 de LED un conmutador 62 de canal en serie con al menos un circuito 83 de LED derivado, teniendo el circuito 83 de LED derivado un conmutador 68 en derivación en paralelo con una fuente 80 de LED;
caracterizada porque
 el controlador 58 de LED determina si la fuente 80 de LED está en un intervalo controlable de retroalimentación, almacena el flujo óptico medido para la fuente 80 de LED cuando la fuente 80 de LED está en el intervalo controlable de retroalimentación, y evita almacenar el flujo óptico medido cuando la fuente 80 de LED no está en el intervalo controlable de retroalimentación.
2. Lámpara LED según la reivindicación 1, en la que el controlador 58 de LED determina si la fuente 80 de LED está en el intervalo controlable de retroalimentación determinando si la anchura de impulso para la fuente 80 de LED es mayor que un límite de anchura de impulso, estando la fuente 80 de LED en el intervalo controlable de retroalimentación cuando la anchura de impulso para la fuente 80 de LED es mayor que el límite de anchura de impulso y no estando la fuente 80 de LED en el intervalo controlable de retroalimentación cuando la anchura de impulso para la fuente 80 de LED no es mayor que el límite de anchura de impulso.
3. Lámpara LED según la reivindicación 1, en la que el controlador 58 de LED evita almacenar el flujo óptico medido cuando la anchura de impulso para la fuente de LED no es mayor que un límite de anchura de impulso y la corriente de LED para la fuente 80 de LED es menor que una corriente de LED mínima.
4. Lámpara LED según la reivindicación 1, en la que el controlador 58 de LED disminuye la corriente de LED para la fuente 80 de LED y aumenta la anchura de impulso para la fuente 80 de LED cuando la anchura de impulso para la fuente 80 de LED no es mayor que un límite de anchura de impulso y la corriente de LED para la fuente 80 de LED no es menor que una corriente de LED mínima.
5. Lámpara LED según la reivindicación 4, que comprende además un sensor 56 óptico operativamente conectado para medir el flujo óptico para la fuente 80 de LED, en la que el controlador 58 de LED aumenta la ganancia del sensor 56 óptico cuando el controlador 58 de LED disminuye la corriente de LED para la fuente 80 de LED.
6. Lámpara LED según la reivindicación 1, en la que el controlador 58 de LED determina si la fuente 80 de LED está en el intervalo controlable de retroalimentación determinando si la intensidad para el flujo óptico medido para la fuente 80 de LED es mayor que un límite de intensidad, estando la fuente 80 de LED en el intervalo controlable de retroalimentación cuando la intensidad para el flujo óptico medido para la fuente 80 de LED es mayor que el límite de intensidad y no estando la fuente 80 de LED en el intervalo controlable de retroalimentación cuando la intensidad para el flujo óptico medido para la fuente 80 de LED no es mayor que el límite de intensidad.
7. Lámpara LED según la reivindicación 1, en la que el controlador 58 de LED determina si la fuente 80 de LED está en el intervalo controlable de retroalimentación determinando si la relación señal-ruido para el flujo óptico medido para la fuente 80 de LED es mayor que un límite de relación señal-ruido, estando la fuente 80 de LED en el intervalo controlable de retroalimentación cuando la relación señal-ruido para el flujo óptico medido para la fuente 80 de LED es mayor que el límite de la relación señal-ruido y no estando la fuente 80 de LED en el intervalo controlable de retroalimentación cuando la relación señal-ruido para el flujo óptico medido para la fuente 80 de LED no es mayor que el límite de la relación señal-ruido.
8. Lámpara LED según la reivindicación 7, en la que la relación señal-ruido es una desviación estándar de un número predeterminado de mediciones del flujo óptico.
9. Lámpara LED según la reivindicación 1, en la que cada una de las fuentes 80 de LED en la pluralidad de canales 60 de LED genera luz de un color diferente.
10. Lámpara LED según la reivindicación 1, en la que el controlador 58 de LED determina si la fuente 80 de LED está en el intervalo controlable de retroalimentación para cada una de las fuentes 80 de LED en la pluralidad de canales 60 de LED.
11. Método de control del color de lámparas LED que comprende:
 proporcionar una lámpara LED que tiene una pluralidad de canales de LED, teniendo cada uno de la pluralidad de canales de LED un conmutador de canal en serie con al menos un circuito de LED derivado, teniendo el circuito de LED derivado un conmutador en derivación en paralelo con una fuente de LED;

- inicializar los parámetros de lámpara LED para la lámpara 202 LED;
caracterizado por
determinar si la fuente de LED está en un intervalo 220 controlable de retroalimentación;
5 almacenar el flujo óptico medido para la fuente de LED cuando la fuente de LED está en el intervalo 214 controlable de retroalimentación; y
evitar el almacenamiento del flujo óptico medido cuando la fuente de LED no está en el intervalo controlable de retroalimentación.
12. Método según la reivindicación 11, en el que la determinación 220 comprende determinar si la anchura de impulso para la fuente de LED es mayor que un límite 206 de anchura de impulso, estando la fuente de LED en el intervalo controlable de retroalimentación cuando la anchura de impulso para la fuente de LED es mayor que el límite de anchura de impulso y no estando la fuente de LED en el intervalo controlable de retroalimentación cuando la anchura de impulso para la fuente de LED no es mayor que el límite de anchura de impulso.
13. Método según la reivindicación 11, que comprende además:
determinar si la anchura de impulso para la fuente de LED es mayor que un límite 206 de anchura de impulso;
determinar si la corriente de LED para la fuente de LED es menor que una corriente 232 de LED mínima; y
20 evitar el almacenamiento del flujo óptico medido cuando la anchura de impulso para la fuente de LED no es mayor que el límite de anchura de impulso y la corriente de LED para la fuente de LED es menor que la corriente de LED mínima.
14. Método según la reivindicación 11, que comprende además:
determinar si la anchura de impulso para la fuente de LED es mayor que un límite 206 de anchura de impulso;
determinar si la corriente de LED para la fuente de LED es menor que una corriente 232 de LED mínima; y
25 disminuir la corriente de LED para la fuente de LED y aumentar la anchura de impulso para la fuente 234 de LED cuando la anchura de impulso para la fuente de LED no es mayor que el límite de anchura de impulso y la corriente de LED para la fuente de LED no es menor que la corriente de LED mínima.
15. Método según la reivindicación 14, en el que la lámpara LED tiene un sensor óptico operativamente conectado para medir el flujo óptico para la fuente de LED, que comprende además aumentar la ganancia del sensor óptico en respuesta a la corriente en disminución de LED para la fuente de LED.
- 35

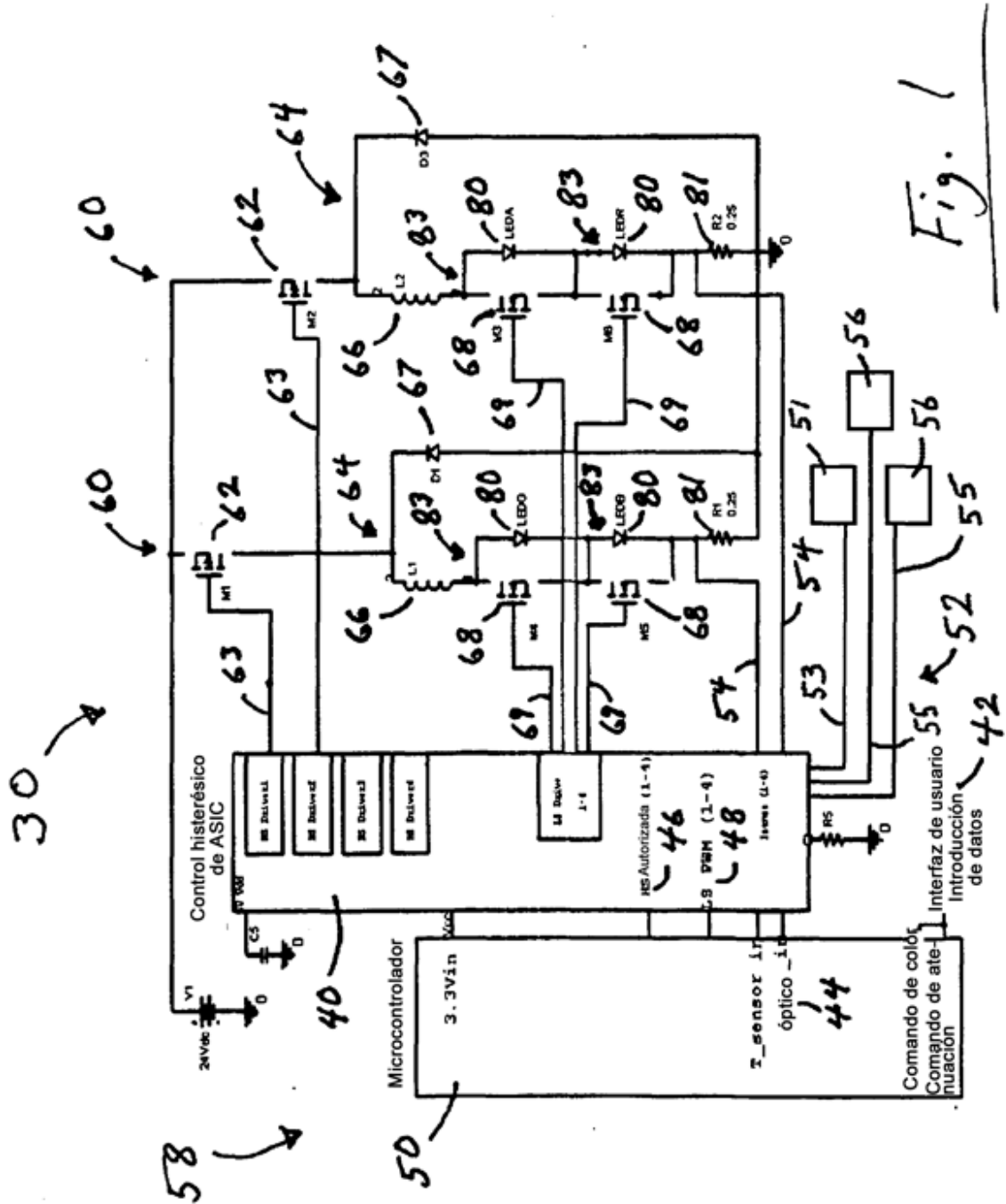


Fig. 1

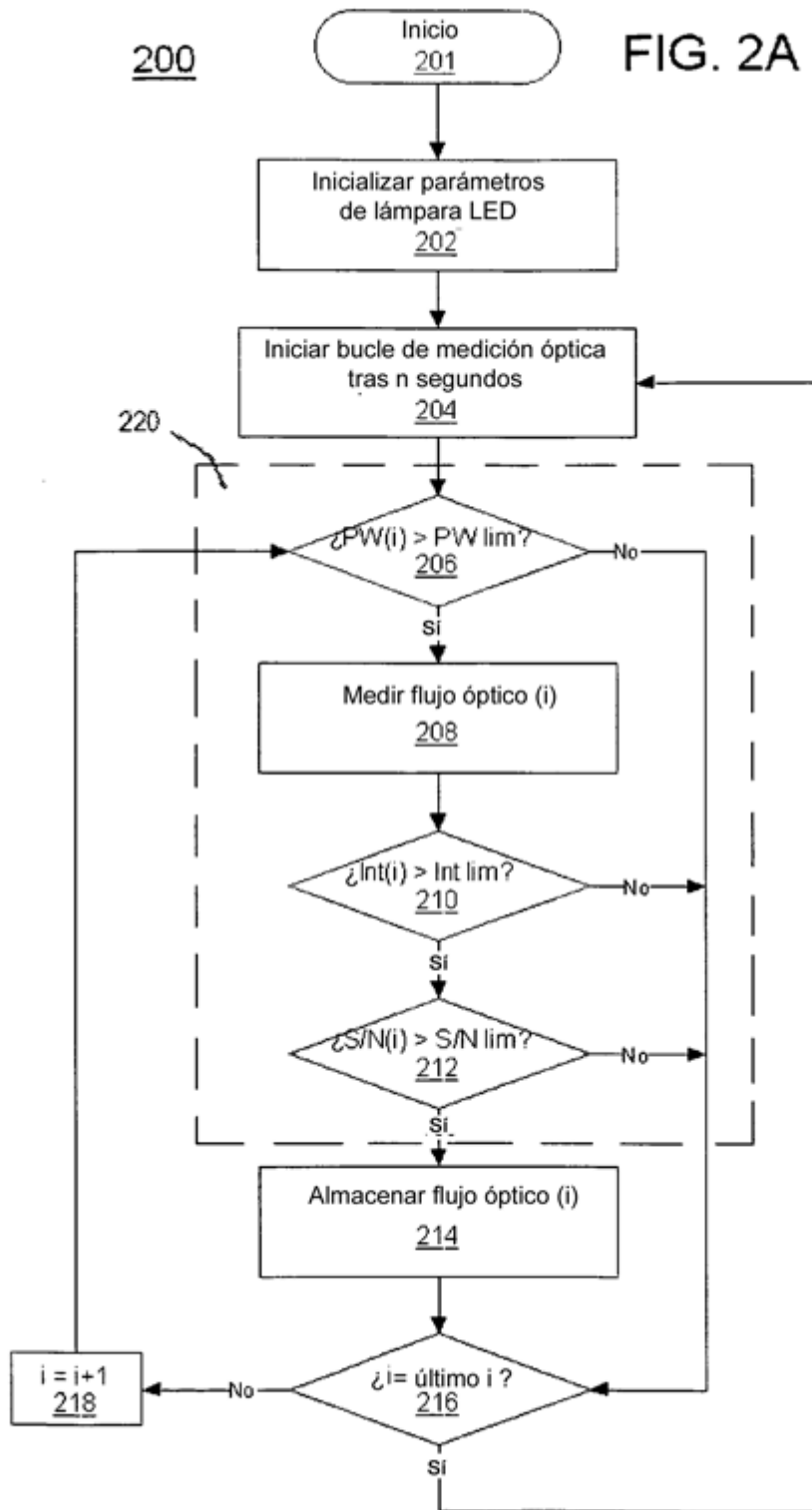
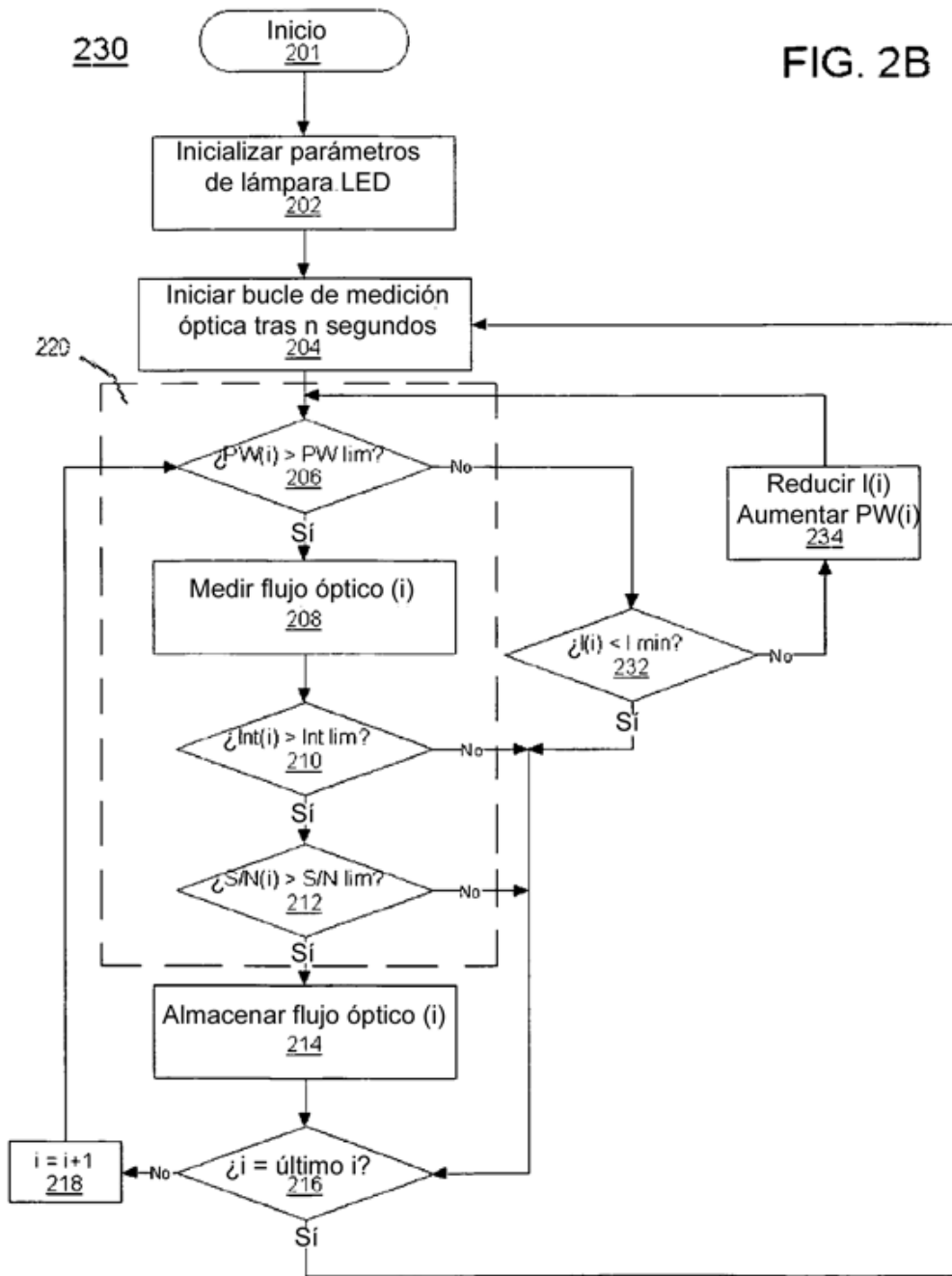


FIG. 2B



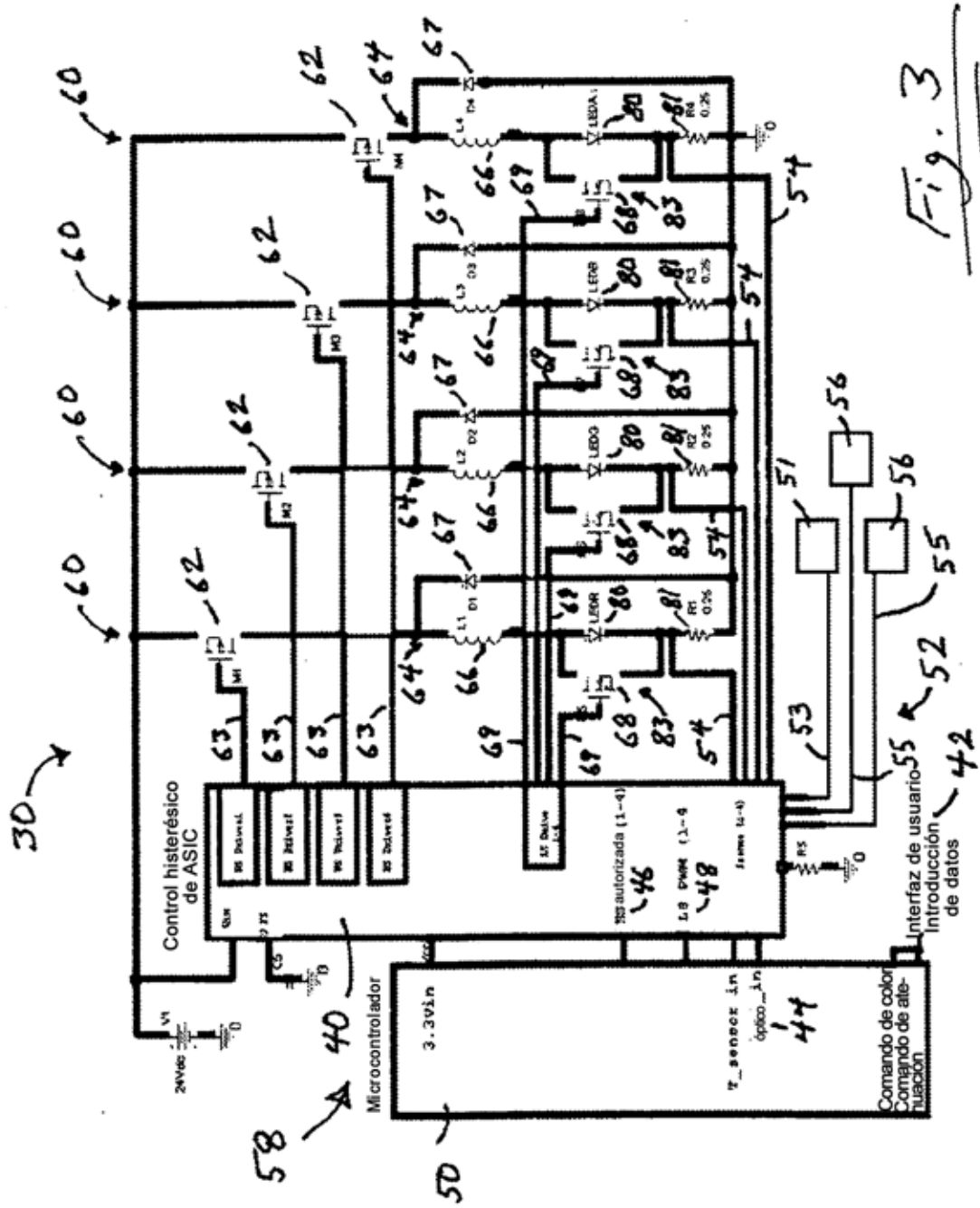


Fig. 3