

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 978**

51 Int. Cl.:

H05B 33/08 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2017** **E 17157136 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020** **EP 3211969**

54 Título: **Fuente de luz LED y procedimiento para ajustar el tono de color o la temperatura de color de la fuente de luz LED**

30 Prioridad:

24.02.2016 FI 20165143

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

25.11.2020

73 Titular/es:

**TEKNOWARE OY (100.0%)
Ilmarisentie 8
15200 Lahti , FI**

72 Inventor/es:

TURUNEN, OLLI

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 795 978 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

Fuente de luz LED y procedimiento para ajustar el tono de color o la temperatura de color de la fuente de luz LED

5 **Estado de la técnica anterior**

La invención se refiere a fuentes de luz LED y, en concreto, al ajuste del tono de color y la temperatura de color de las fuentes de luz LED.

10 La iluminación LED (Light Emitting Diode, diodo emisor de luz) se ha vuelto común en los usos más diversos. Las ventajas de las fuentes de luz LED incluyen, en concreto, su eficiencia energética y su larga vida útil. Las fuentes de luz LED pueden ser utilizadas asimismo en el interior de vehículos, como luces principales y nocturnas. Las fuentes de luz LED también son adecuadas para implementar la iluminación de seguridad de edificios, barcos y otros elementos similares.

15 RGB (Red-Green-Blue, rojo-verde-azul) se refiere a los tres colores primarios de la luz, rojo, verde y azul, a partir de los cuales se pueden formar los demás colores y el blanco. Un único LED convencional solo puede enviar luz de un solo color (monocromática), que puede ser uno de estos tres colores primarios. Para crear más colores, se pueden usar tres LED juntos para una mezcla RGB. Un LED RGB es, en principio, tres LED de un solo color colocados cercanos entre sí, a menudo en el mismo paquete, y que son de color rojo, verde y azul. Cuando todos los LED de un LED RGB emiten proporcionalmente con la misma intensidad luminosa y se utiliza la óptica adecuada, la luz emitida por un LED RGB aparece blanca al ojo humano. La temperatura de color de un LED RGB puede cambiarse fácilmente ajustando la potencia de emisión de los LED de diferentes colores en la fuente de luz.

25 Los procedimientos de ajuste suelen tener habitualmente como objetivo afectar el valor de la corriente directa. Un procedimiento frecuente para ajustar la intensidad de la luz de una fuente de luz LED es utilizar la modulación por el ancho de pulso (PWM), es decir, modular la energía eléctrica suministrada a la fuente de luz. Cuando el control se realiza mediante la modulación por el ancho de pulso, el valor máximo de la corriente alimentada al LED es constante, pero la media de la corriente es controlada ajustando la longitud (tiempo de encendido) del pulso de corriente en relación con la duración del ciclo. Habitualmente, se usa una frecuencia de conmutación mayor, por lo menos, de 200 Hz, de modo que el ojo humano no puede detectar el parpadeo de la luz. En el caso de una fuente de luz RGB, la intensidad luminosa de cada LED o cadena de LED de un solo color se regula por separado y cada uno tiene su propio regulador de corriente constante. Por tanto, el cambio de color y la atenuación de una fuente de luz LED RGB requieren tres señales de PWM, modulando cada una la energía eléctrica suministrada a una cadena de LED. Una solución de este tipo implica diversos inconvenientes y problemas. La entrada de potencia de una fuente de luz es muy parecida a un pulso y la entrada de corriente varía en el intervalo de 0 a 300 % de la corriente nominal de la fuente de luz. Un cambio en la relación de impulsos de cada señal PWM individual afecta tanto al tono de color como a la atenuación. Una resolución completa para el tono de color solo existe al 100 % de potencia (el ancho de pulso combinado de las señales de PWM es del 100 %). Cuando se atenúa un LED, la resolución de los tonos de color empeora y el tono de color cambia en cada etapa. Los tonos de color y las intensidades de las cadenas LED adyacentes varían según las tolerancias de los reguladores de la corriente constante. El calentamiento de los dispositivos de iluminación por LED empeora el fenómeno.

45 Otra solución conocida es la reducción de la corriente constante (CCR), en la que la magnitud de la corriente directa de un LED es ajustada linealmente. En esta solución, cada componente de color en la cadena de LED de cada fuente de luz LED tiene su propio regulador de corriente ajustable, que se utiliza para realizar el cambio de color y atenuar la fuente de luz ajustando por separado la corriente de la cadena de LED de cada componente de color. Esta solución implica asimismo varios inconvenientes y problemas. La resolución completa para un tono de color solo existe al 100 % de la potencia. Cuando se atenúa una fuente de luz LED, la resolución de los tonos de color empeora y el tono de color cambia en cada etapa. La resolución de un color es débil incluso con una potencia del 100 %, debido a que el LED tiene una corriente mínima específica por debajo de la cual el funcionamiento del LED, la intensidad del LED en función de la corriente no es lineal, lo que hace difícil calcular el tono de color, y el tono de color cambia con la atenuación en parte debido a este fenómeno. El microcontrolador que controla una fuente de luz necesita comprobar que la corriente de cualquier componente de color en la fuente de luz LED no está por debajo de la corriente mínima del LED. Si la corriente está cerca de disminuir por debajo del mínimo, el componente de color en cuestión debe ser desconectado o su corriente debe ser elevada al nivel mínimo. La intensidad mínima de la luz blanca está limitada en una fuente de luz LED al triple de la corriente mínima del LED, debido a que el LED de cada color debe tener, por lo menos, una corriente mínima. Los tonos y las intensidades de color de las cadenas de LED adyacentes varían de acuerdo con las tolerancias de sus reguladores de corriente constante. El calentamiento no uniforme de una fuente de luz LED hace que este fenómeno empeore.

60 El documento de Patente 2 949 182 A1 da a conocer un controlador de iluminación y un procedimiento para controlar una disposición de iluminación con fuentes de luz que son activadas durante la respectiva duración de iluminación en una secuencia repetitiva no superpuesta. Se detecta el final de la duración de la iluminación de una fuente de luz para activar la conmutación de la siguiente fuente de luz en la secuencia.

Breve descripción de la invención

5 El objetivo de la invención es una fuente de luz LED que tiene un ajuste de tono de color o de temperatura de color en el que los problemas e inconvenientes de la técnica anterior son mitigados o, por lo menos, evitados en parte. El objetivo de la invención puede conseguirse con la fuente de luz LED y el procedimiento de ajuste según las reivindicaciones independientes adjuntas. Las realizaciones preferentes de la invención se dan a conocer en las reivindicaciones dependientes.

10 Un aspecto de la invención es una fuente de luz LED que comprende, por lo menos, tres conexiones en serie de una cadena de LED y un dispositivo semiconductor de conmutación, cuyas conexiones en serie están en una configuración en paralelo y adaptadas para compartir una fuente de corriente común y cuyas cadenas de LED comprenden cadenas de LED que emiten, por lo menos, dos colores diferentes, y la fuente de luz LED comprende, además, un controlador del tono de color o de la temperatura de color que está adaptado para proporcionar, por lo menos, tres señales de control moduladas por el ancho de impulso para controlar, por lo menos, dichas tres conexiones en serie de un conmutador semiconductor y una cadena de LED activa secuencialmente, una cada vez, y para tomar corriente de dicha fuente de corriente común durante un tiempo definido por la respectiva señal de dichas señales de control moduladas por el ancho de impulso, estando adaptado dicho controlador de tono de color o de temperatura de color para formar, por lo menos, dichas tres señales de control de color moduladas por el ancho de impulso con operaciones lógicas a partir de solo dos señales de control de color moduladas por el ancho de impulso suministradas al controlador de tono de color o de temperatura de color.

En una realización, la corriente de dicha fuente de corriente común es ajustable para ajustar la intensidad de la luz.

25 En una realización, por lo menos, dichas tres cadenas de LED comprenden cadenas de LED que emiten sustancialmente tres o cuatro colores diferentes.

30 En una realización, dicha fuente de luz es una fuente de luz LED RGB, y en la que, por lo menos, dichas tres cadenas de LED comprenden una primera cadena de LED que emite luz sustancialmente roja, una segunda cadena de LED que emite luz sustancialmente verde y una tercera cadena de LED que emite luz sustancialmente azul.

35 En una realización, dicha fuente de luz es una fuente de luz LED RGBW, y, por lo menos, dichas tres cadenas de LED comprenden una primera cadena de LED que emite luz sustancialmente roja, una segunda cadena de LED que emite luz sustancialmente verde, una tercera cadena de LED que emite luz sustancialmente azul y una cuarta cadena de LED que emite luz sustancialmente blanca.

40 En una realización, por lo menos, dichas tres cadenas de LED comprenden una primera cadena de LED y una segunda cadena de LED que emiten luz sustancialmente blanca y, por lo menos, una cadena de LED que emite luz no blanca.

45 En una realización, la fuente de luz LED comprende un primer grupo de LED que tiene, por lo menos, dichas tres conexiones en serie de una cadena de LED y un dispositivo conmutador semiconductor en una configuración en paralelo y, por lo menos, un grupo de LED en paralelo que tiene, por lo menos, tres conexiones en serie correspondientes de una configuración en paralelo de una cadena de LED y un dispositivo conmutador semiconductor, teniendo cada uno, por lo menos, de dicho grupo de LED en paralelo su propia fuente de corriente común de tiempo compartido, y en el que, por lo menos, dichas tres señales de control moduladas por el ancho de impulso del controlador de tono de color o de temperatura de color están adaptadas para controlar todos los grupo de LED simultáneamente en paralelo mediante lo cual la conexión en serie correspondiente de una cadena de LED y un dispositivo conmutador semiconductor en todos los grupos de LED se controla simultáneamente para estar activa y tomar corriente de dicha fuente de corriente común durante el tiempo definido por la correspondiente señal de control modulada por el ancho de impulso.

50 Un aspecto de la invención es un procedimiento para ajustar el tono de color o la temperatura de color de una fuente de luz LED según cualquier realización de la invención, comprendiendo el procedimiento

55 controlar el tono de color o la temperatura de color de la fuente de luz LED mediante solo dichas dos señales de control de color moduladas por el ancho de impulso suministradas al controlador de tono de color o de temperatura de color, y

60 formar, en la fuente de luz de LED, por lo menos, dichas tres señales de control de color moduladas por el ancho de impulso con operaciones lógicas a partir solo de dichas dos señales de control de color moduladas por el ancho de impulso suministradas al controlador de tono de color o de temperatura de color.

65 En una realización, los estados de dichas dos señales de control de color moduladas por el ancho de impulso forman secuencialmente, por lo menos, tres combinaciones de estados, cada uno de los cuales representa, por lo menos, una de dichas tres señales de control de color moduladas por el ancho de impulso.

En una realización, los límites de subida de dichas dos señales de control de color moduladas por el ancho de impulso son sustancialmente simultáneas, y en la que, por lo menos, dichas tres señales de control de color moduladas por el ancho de impulso están formadas a partir de dichas dos señales de control de color moduladas por el ancho de impulso mediante operaciones lógicas, preferentemente operaciones lógicas NOR, XOR y AND.

5 En una realización, los límites de subida de dichas dos señales de control de color moduladas por el ancho de impulso son sustancialmente coincidentes, y en la que cuatro señales de control de color moduladas por el ancho de impulso son formadas a partir de dichas dos señales de control mediante operaciones lógicas, estando disponibles dos de dichas cuatro señales de control de color moduladas por el ancho de impulso en cada ciclo de control y pudiendo ser seleccionadas de forma selectiva las otras dos de dichas cuatro señales de control de color moduladas por el ancho de impulso.

10 En una realización, los límites de subida de dichas dos señales de control de color moduladas por el ancho de impulso tienen una diferencia de fase, y se forman cuatro señales de control de color moduladas por el ancho de impulso a partir de dichas dos señales de control mediante operaciones lógicas.

15 Un aspecto de la invención es un dispositivo de iluminación que comprende una fuente de luz LED según una realización de la invención.

20 Un aspecto de la invención es un sistema de iluminación que comprende fuentes de luz LED según una realización de la invención y medios de control para ajustar su tono de color o su temperatura de color mediante un procedimiento según una realización de la invención.

Breve descripción de las figuras

25 A continuación, la invención se describirá en más detalle en relación con realizaciones preferentes y haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

30 la figura 1 muestra un diagrama de bloques y de conexión de principios de una fuente de luz LED RGB según una realización a modo de ejemplo;

la figura 2 es un diagrama de flujo de señales que muestra un ejemplo de las señales de control de la fuente de luz de la figura 1 durante dos periodos de control;

la figura 3 es un diagrama de flujo de señales que muestra un ejemplo de formación de las señales de control de la fuente de luz en la figura 1 a partir de dos señales de color moduladas por el ancho de impulso;

35 la figura 4 muestra un diagrama de bloques y de conexiones de principios de una fuente de luz LED RGB que tiene una serie de grupos de LED, según una realización a modo de ejemplo;

la figura 5 muestra un diagrama de bloques y de conexiones de principios de una fuente de luz LED RGBW según una realización a modo de ejemplo;

40 la figura 6 es un diagrama de flujo de señales que muestra un ejemplo de formación de las señales de control de la fuente de luz en la figura 5 a partir de dos señales de color moduladas por el ancho de impulso;

la figura 7 es otro ejemplo más de la lógica de la formación de las señales de control de la fuente de luz a partir de dos señales de color moduladas por el ancho de impulso;

45 la figura 8 es un diagrama de flujo de señales que muestra un ejemplo de formación de las señales de control de la fuente de luz mediante la lógica de la figura 7 a partir de dos señales de color moduladas por el ancho de impulso que tienen límites de subida simultáneos; y

la figura 9 es un diagrama de flujo de señales que muestra un ejemplo de formación de las señales de control de la fuente de luz mediante la lógica de la figura 7 a partir de dos señales de color moduladas por el ancho de impulso que tienen sus límites de subida en un cambio de fase.

50 Descripción de realizaciones a modo de ejemplo de la invención

Según un aspecto de la invención, una serie de cadenas o columnas de LED paralelas comparten la misma fuente de corriente en función del tiempo. La distribución de la corriente a las cadenas de LED se lleva a cabo con conmutadores semiconductores que están conectados en serie con las cadenas de LED. Cada conmutador semiconductor y las correspondientes cadenas de LED están controlados con una señal de control de color modulada por el ancho de impulso específico. Las señales de control moduladas por el ancho de impulso controlan los conmutadores semiconductores y las cadenas de LED secuencialmente para activarse una cada vez y para tomar corriente de la fuente de corriente común durante el tiempo definido por la correspondiente señal de control modulada por el ancho de impulso. Este control establece un ajuste de tono de color y de temperatura de color, que es independiente del funcionamiento de la fuente de corriente compartida. La fuente de corriente compartida solo afecta a la intensidad de la luz mientras que el ajuste del tono de color y de la temperatura de color tienen la resolución completa en todos los valores de la corriente directa. Por ejemplo, la utilización de una fuente de corriente compartida atenuable no afecta al ajuste del tono de color o a la temperatura de color según la invención, sino que la atenuación es una característica independiente. El ajuste del tono de color o de la temperatura de color de un dispositivo de iluminación puede controlarse ventajosamente mediante dos señales de control de color moduladas por el ancho de impulso, a partir de las que, en la fuente de luz, se forma el número requerido de señales de control

de color moduladas por el ancho de impulso para las cadenas de LED mediante operaciones lógicas, tales como operaciones NOR, XOR y AND.

5 Las cadenas de LED se pueden adaptar para emitir luz, por lo menos, con dos colores diferentes. En una realización a modo de ejemplo, las cadenas de LED comprenden cadenas de LED que emiten sustancialmente dos, tres o cuatro colores diferentes. Aunque las siguientes realizaciones a modo de ejemplo se describen como implementadas con ciertos LED, tales como los LED RGB, en lugar de ellos o además de ellos se pueden usar cualesquiera tipos de LED y colores, tales como los LED cian, amarillo y magenta, en cualquier combinación.

10 En algunas realizaciones a modo de ejemplo de la invención, la fuente de luz es una fuente de luz LED RGB. La figura 1 muestra un ejemplo, en principio, de una fuente de luz LED RGB. En este ejemplo, la fuente de luz comprende tres cadenas de LED conectadas en paralelo: una primera cadena LED (R) que emite luz sustancialmente roja, una segunda cadena de LED (G) que emite luz sustancialmente verde y una tercera cadena de LED (B) que emite luz sustancialmente azul. Un único LED convencional solo puede enviar luz de un solo color
15 (monocromática), que puede ser uno de estos tres colores primarios. Para crear más colores, se pueden usar tres LED paralelos juntos para una mezcla RGB. En el ejemplo de la figura 1, los LED R, G y B de diferentes colores se muestran como componentes independientes colocados adyacentes uno al otro, pero pueden estar combinados en un paquete para formar un LED RGB, que se muestra mediante la línea de trazos 10 en la figura 1. Las cadenas de LED paralelas, tales como R, G y B, así como conmutadores semiconductores conectados en serie con ellas pueden formar un grupo
20 11. Una fuente de luz LED puede tener una serie de grupos de LED 11 paralelos, que forman una entidad más grande, tal como se muestra en la figura 4. La realización a modo de ejemplo de la figura 4 es ventajosamente similar a la figura 1, pero tiene tres grupos de LED 11 paralelos controlados por las mismas señales C1, C3 y C3 de control moduladas por el ancho de impulso. Una serie de grupos de LED 11 pueden compartir una fuente de corriente común
25 12, pero ventajosamente cada grupo de LED 11 puede tener su propio regulador de corriente 12, tal como se muestra en la figura 4 mediante líneas de alimentación independientes. Incluso en tal caso, la solución ahorra tres reguladores de corriente por grupo de LED en comparación con las soluciones conocidas. Los reguladores de corriente 12 pueden usar la señal PWM DIM, tal como se muestra en la figura 4.

30 En el ejemplo de la figura 1, cada una de las cadenas LED tiene seis LED conectados en serie en la dirección directa, pero el número de LED no está limitado a esto, sino que una cadena de LED puede tener cualquier número de LED. En general, una cadena o columna de LED en este documento se refiere a una conexión en serie en la dirección directa de dos o varios LED, en la que el cátodo del LED posterior está conectado al ánodo del LED anterior. En la trayectoria de la corriente de cada cadena de LED R, G y B se ha conectado en serie un conmutador semiconductor Q1, Q2 y, en consecuencia, Q3 ha sido conectado en serie para cerrar y abrir la trayectoria de corriente, según se controle. En el ejemplo de la figura 1, cada conmutador semiconductor Q1, Q2 y Q3 está
35 conectado al extremo inferior (el extremo de menor tensión) de la respectiva cadena de LED R, G y B, es decir, el extremo del cátodo, pero el conmutador semiconductor Q1, Q2 y Q3 puede estar conectado al extremo superior (el extremo de mayor tensión) de la respectiva cadena de LED R, G y B, es decir, el extremo del ánodo, o en otro lugar de las cadenas de LED. En el ejemplo de la figura 1, la tensión del extremo inferior se muestra como tensión cero (tierra), pero puede ser cualquier tensión menor o más negativa en relación con el extremo superior, de modo que las cadenas de LED están polarizadas de forma directa. En el ejemplo de la figura 1, cada conmutador Q1, Q2, Q3 se ilustra mediante un conmutador semiconductor pero el conmutador puede ser un circuito de conmutación que
40 comprende una serie de componentes adicionales, tales como resistencias, transistores, amplificadores operacionales, etc. En el ejemplo de la figura 1, los conmutadores semiconductores Q1, Q2 y Q3 se muestran como transistores de efecto de campo (FET) pero pueden ser implementados por cualquier conmutador semiconductor que sea adecuado para interrumpir la trayectoria de la corriente de una cadena de LED, tal como un transistor bipolar, un relé semiconductor, etc.

50 Las cadenas de LED R, G y B están conectadas a una fuente de corriente común o regulador de corriente 12, que comparten en función del tiempo. Esto significa que las cadenas de LED R, G y B son controladas sucesivamente, una cadena de LED cada vez, para tomar corriente de la fuente de corriente compartida 12. En el ejemplo de la figura 1, el conmutador Q1 de la cadena de LED R es controlado mediante una señal C1 de control del color modulada por el ancho de impulso, el conmutador Q2 de la cadena de LED G es controlado mediante una señal C2 de control del color modulada por el ancho de impulso, y el conmutador Q3 de la cadena de LED B es controlado
55 mediante una señal C3 de control del color modulada por el ancho de impulso. La figura 2 muestra un ejemplo de las señales de control C1, C2 y C3 durante dos periodos de control, Periodo 1 y Periodo 2. Aunque el orden de la secuencia de control en el ejemplo es R, G y B, las cadenas de LED pueden ser controladas en cualquier orden. Al principio del periodo, en el instante de tiempo t1, la señal de control C1 pasa del estado OFF (apagado) al estado ON (encendido) iniciando un impulso de control, la señal de control C2 permanece en el estado OFF y la señal de control C3 pasa del estado ON al estado OFF. La corriente pasa a través de la cadena de LED R y la cadena de LED R emite luz durante el periodo de tiempo t1-t2 determinado por el ancho de impulso de control. No pasa corriente a través de las cadenas de LED G y B, por lo que están apagadas. En el instante de tiempo t2, la señal de control C1 pasa al estado OFF, la señal de control C2 pasa al estado ON iniciando un impulso de control y la señal de control C3 permanece en el estado OFF. La corriente pasa ahora a través de la cadena de LED G y la cadena de LED G emite luz durante el periodo de tiempo t2-t3 determinado por el ancho de impulso de control. No pasa corriente a través de las cadenas de LED R y B, por lo que están apagadas. En el instante de tiempo t3, la señal de

control C1 permanece en el estado OFF, la señal de control C2 pasa al estado OFF y la señal de control C3 pasa al estado ON iniciando un impulso de control. La corriente pasa a través de la cadena de LED B y la cadena de LED B emite luz durante el periodo de tiempo t_3 - t_4 determinado por el ancho de impulso de control. No pasa corriente a través de las cadenas de LED R y G, por lo que están apagadas. La misma secuencia se repite a continuación en el siguiente periodo. Al ajustar la proporción de los anchos de impulso de las cadenas de LED, es decir, su proporción del periodo de control completo, se puede ajustar el tono de color o la temperatura de color deseados de la fuente de luz. Por ejemplo, si se aumenta la proporción de luz roja, se reduce la proporción de luz azul o verde, o ambas, del periodo de control completo. En el ejemplo de la figura 4, que tiene una serie de grupos, las señales de control C1, C2 y C3 controlan simultáneamente cada grupo 11. Por ejemplo, el impulso de control de la señal de control C1 enciende simultáneamente la cadena de LED R en cada grupo 11.

Debido a compartir el tiempo, solo es necesaria una fuente de corriente 12 en un grupo de LED, de la que, en la práctica, se toma la misma corriente para todas las cadenas de LED. Las tolerancias de la fuente de corriente 12 compartida solo afectan a la intensidad de la luz de las cadenas de LED y el efecto es el mismo en todas las cadenas de LED en el grupo de LED. Las tolerancias de la fuente de corriente 12 compartida no tienen efecto en los tonos de color de la fuente de luz LED. Cuando una fuente de luz LED tiene una serie de grupos de LED 11 paralelos, cada uno con su propio regulador de corriente 12, como en el ejemplo de la figura 4, las tolerancias de las fuentes de corriente 12 en los diferentes grupos de LED 11 se muestran como una diferencia de intensidad entre los diferentes grupos de LED 11, pero aún así no causan diferencias en el tono de color. La fuente de corriente 12 compartida y la totalidad de la fuente de luz obtienen su energía eléctrica de una fuente de potencia 13 adecuada, que es una fuente de potencia de corriente continua de 24 voltios, por ejemplo.

En algunas realizaciones, la fuente de corriente 12 compartida puede estar dotada de una característica de atenuación, que ajusta la corriente directa que va a los LED y, de este modo, la intensidad de la luz de la fuente de luz LED. Debido a que todas las cadenas de LED R, G y B toman su corriente de forma alternada de la misma fuente de corriente 12 compartida, la corriente es la misma en todas las cadenas de LED R, G y B paralelas, independientemente de la atenuación. La intensidad mínima de la luz blanca puede ser fijada a la corriente mínima especificada para el LED, en lugar de tres veces la corriente mínima de las soluciones convencionales. Se consigue una resolución completa para los tonos de color de la fuente de luz en todos los niveles de atenuación a la corriente mínima especificada para el LED. En el ejemplo de la figura 1, la atenuación de la fuente de luz se lleva a cabo mediante control de modulación por el ancho de impulso. La fuente de corriente 12 puede ser controlada, por ejemplo, mediante una señal de control de atenuación modulada por el ancho de impulso, tal como PWM DIM de la figura 1. En el regulador de corriente, se forma una referencia de tensión de corriente continua de la señal PWM.

Las señales de control C1, C2 y C3 pueden ser generadas mediante un circuito de control, una lógica de control o un microcontrolador adecuados, por ejemplo. En el ejemplo de la figura 1, la unidad de control para el tono de color o la temperatura de color se representa, en general, con la unidad de control 14. Las señales de control C1, C2 y C3 moduladas por el ancho de impulso también pueden ser recibidas de otro controlador como señales analógicas o como control digital a través de un bus de control específico, tal como DALI.

El control inventivo de la división de tiempo de la fuente de corriente hace posible transferir la información necesaria para formar tres o más señales de control C1, C2 y C3 moduladas por el ancho de impulso en dos señales de control de color moduladas por el ancho de impulso, tales como las señales A y B (PWM1 y PWM2) en el ejemplo de la figura 1. En algunas realizaciones, los estados (por ejemplo, ON y OFF) de las señales de color A y B moduladas por el ancho de impulso forman secuencialmente, por lo menos, tres combinaciones de estados, cada una de las cuales representa una señal de control C1, C2, C3, etc. modulada por el ancho de impulso. En algunas realizaciones, las señales de control C1, C2 y C3, etc. moduladas por el ancho de impulso pueden ser formadas a partir de las señales de color A y B con operaciones lógicas sencillas. Estas operaciones lógicas pueden implementarse en la unidad de control 14 mediante software o circuitos lógicos. La reducción de las señales de control de color requeridas de tres o más a dos reduce las necesidades de cableado en un edificio o vehículo en el que la fuente de luz está controlada de modo centralizado. La reducción del número de señales también puede reducir los costes del sistema de control, debido a que el microcontrolador o un dispositivo similar requiere menos salidas de señal.

El diagrama de flujo de señales de la figura 3 muestra un ejemplo de las señales de color A y B moduladas por el ancho de impulso (PWM1 y PWM2) y de la formación de las señales de control C1, C2 y C3 mediante operaciones lógicas. La temporización de las señales de control C1, C2 y C3 es la misma que en el ejemplo de la figura 2. En el ejemplo de la figura 3, los límites de subida de los impulsos de las señales de color A y B son sustancialmente simultáneos y el punto del límite de bajada depende del ancho de impulso. Por ejemplo, en el instante de tiempo t_1 , están los límites de subida de los impulsos de ambas señales de color A y B, en el instante de tiempo t_2 está el límite de bajada del impulso de la señal de color B, y en el instante de tiempo t_3 está el límite de bajada del impulso de la señal de color B, y en el instante de tiempo t_4 , finaliza el periodo de control. Las señales de control C1, C2, C3 moduladas por el ancho de impulso se forman a partir de las señales A y B con las operaciones lógicas NOR, XOR y, en consecuencia, AND. La tabla 1 muestra la tabla de verdad de las operaciones lógicas.

Tabla 1

A	B	Señal de control activa	Operación lógica
1	1	C1	AND (A, B) = 1
1	0	C2	XOR (A, B) = 1
0	0	C3	NOR (A, B) = 1

5 En el intervalo de tiempo t1-t2, por ejemplo, ambas señales de color están en el estado lógico 1, por lo que la operación lógica AND (A, B)=1, XOR (A, B)=0 y NOR (A, B)=0, lo que proporciona los estados de la señal de control C1 = ON, C2 = OFF y C3 = OFF.

10 En algunas realizaciones de la invención, se controlan más de tres cadenas de LED. La figura 5 muestra, en principio, un ejemplo de una fuente de luz LED RGBW. En las figuras 1 y 5, los mismos símbolos de referencia describen estructuras y operaciones sustancialmente similares, a menos que se indique lo contrario. En el ejemplo de la figura 5, la fuente de luz comprende cuatro cadenas de LED conectadas en paralelo: una primera cadena de LED (R) que emite luz sustancialmente roja, una segunda cadena de LED (G) que emite luz sustancialmente verde, una tercera cadena de LED (B) que emite luz sustancialmente azul y una cuarta cadena de LED (W) que emite luz sustancialmente blanca. Las cadenas de LED R, G, B y W están conectadas a una fuente de corriente o a un regulador de corriente común 12, que comparten en función del tiempo, en la trayectoria de corriente de cada cadena de LED R, G, B y W se ha conectado en serie un conmutador semiconductor Q1, Q2, Q3 y, en consecuencia, Q4 para cerrar y abrir la trayectoria de corriente según es controlada por las señales de control de color C1, C2, C3 y C4 moduladas por el ancho de impulso, de la misma manera que en los ejemplos anteriores de la fuente de luz LED RGB. En este caso, sin embargo, la fuente de corriente 12 es compartida por cuatro cadenas de LED, de modo que el periodo de control requiere cuatro impulsos de control. En la tabla de temporización de la figura 6, se muestra un ejemplo sobre el control de las cuatro cadenas de LED de la figura 5 durante un periodo de control. Se ha añadido un cuarto impulso al periodo de control, en el intervalo de tiempo t4-t5 para controlar la cadena de LED W mediante la señal de control C4 modulada por el ancho de impulso. En otros aspectos, el control puede ser implementado con los mismos principios que en las realizaciones de LED RGB. Se pueden conseguir los mismos beneficios con la fuente de luz de LED RGBW de la figura 5 que en las realizaciones de LED RGB descritas anteriormente.

30 Además, la transferencia de la información necesaria para formar tres o más señales de control C1, C2, C3 y C4 moduladas por el ancho de impulso en dos señales de control de color moduladas por el ancho de impulso, tales como las señales A y B (PWM1 y PWM2) en el ejemplo de la figura 5. En algunas realizaciones, los estados (por ejemplo, 1 y 0) de las señales de control de color A y B moduladas por el ancho de impulso forman secuencialmente cuatro combinaciones de estados, cada una de las cuales representa una señal de control C1, C2, C3 y C4 modulada por el ancho de impulso. Las cuatro combinaciones de estados se consiguen con transferencia de fase entre los límites de subida de los impulsos de control de las señales de control de color A y B. Esto se muestra por medio de un ejemplo en la parte superior de la figura 6. En el instante de tiempo t1 está el límite de subida del impulso de la señal de control de color A, en el instante de tiempo t2 está el límite de subida del impulso de la señal de control de color B, en el instante de tiempo t3 está el límite de bajada del impulso de la señal de control de color A, en el instante de tiempo t4 está el límite de bajada del impulso de la señal de control de color B y en el instante de tiempo t5 finaliza el periodo de control. Las señales de control C1, C2, C3 y C4 moduladas por el ancho de impulso pueden ser formadas a partir de las señales A y B y sus valores inversos mediante las operaciones lógicas AND y OR, por ejemplo. La tabla 2 muestra la tabla de verdad de la lógica a modo de ejemplo.

Tabla 2

A	B	Señal de control activa	Operación lógica
1	0	C1	AND(A, \bar{B}) = 1
1	0	C2	AND (A,B) = 1
0	1	C3	AND (\bar{A} ,B) = 1
0	0	C4	NOR (A,B) = 1

45 Los principios de la invención también se pueden aplicar a fuentes de luz LED en las que varias o todas las cadenas de LED son del mismo color, tal como la emisión de luz blanca. Por ejemplo, puede haber dos cadenas de LED que emiten luz sustancialmente blanca, y una o varias cadenas de LED que emiten un color intensificador.

50 La figura 7 muestra, además, un ejemplo de lógica mediante la cual se pueden formar cuatro señales de control de color C1, C2, C3 y C4 a partir de las señales A y B. La tabla 3 muestra la tabla de verdad de la lógica de la figura 7.

Tabla 3

A	B	Señal de control activa
1	1	C1
1	0	C2
0	1	C3
0	0	C4

- 5 Con la lógica a modo de ejemplo de la figura 7, se pueden formar cuatro señales de control C1, C2, C3 y C4 a partir de dos señales de control de color A y B moduladas por el ancho de impulso, incluso si los límites de subida de las señales A y B son simultáneos. En tal caso, sin embargo, solo se pueden usar tres señales de control durante un periodo de control. Esto se muestra por medio de un ejemplo en el diagrama de flujo de señales de la figura 8. Las señales de control C1 y C4 están disponibles en cada periodo de control, pero cualquiera de las señales de control C2 y C3 puede ser seleccionada para el periodo de control. Al inicio del periodo, las señales A y B están en el estado 1, por lo que se selecciona la señal de control C1. La selección se basa en cuál de las señales A o B obtiene el ancho de impulso más corto. Si el ancho de impulso de la señal A es menor que el ancho de impulso de la señal B, el control aproximadamente a la mitad del periodo de control obtiene los valores $A = 0$ y $B = 1$, por lo que se selecciona la señal de control C3. Si el ancho de impulso de la señal B es menor que el ancho de impulso de la señal A, el control obtiene los valores $A = 1$ y $B = 0$, por lo que se selecciona la señal de control C2.
- 10
- 15 Este control a modo de ejemplo hace posible una tarjeta de LED con una temperatura de color ajustable que tiene añadidos dos colores intensificadores, tales como rojo y azul. Los LED que generan color blanco serían controlados por las señales de control C1 y C4 y los colores intensificadores mediante las señales de control C2 y C3. De los colores intensificadores, solo se usaría uno a la vez, tal como se ha descrito anteriormente.
- 20 La lógica a modo de ejemplo de la figura 7 puede ser controlada asimismo mediante las señales de control de color A y B que tienen un desplazamiento de fase entre sus límites de subida. En tal caso, las cuatro señales de control C1, C2, C3 y C4 están disponibles en todos los periodos de control, tal como se muestra en el diagrama de flujo de señales de la figura 9.

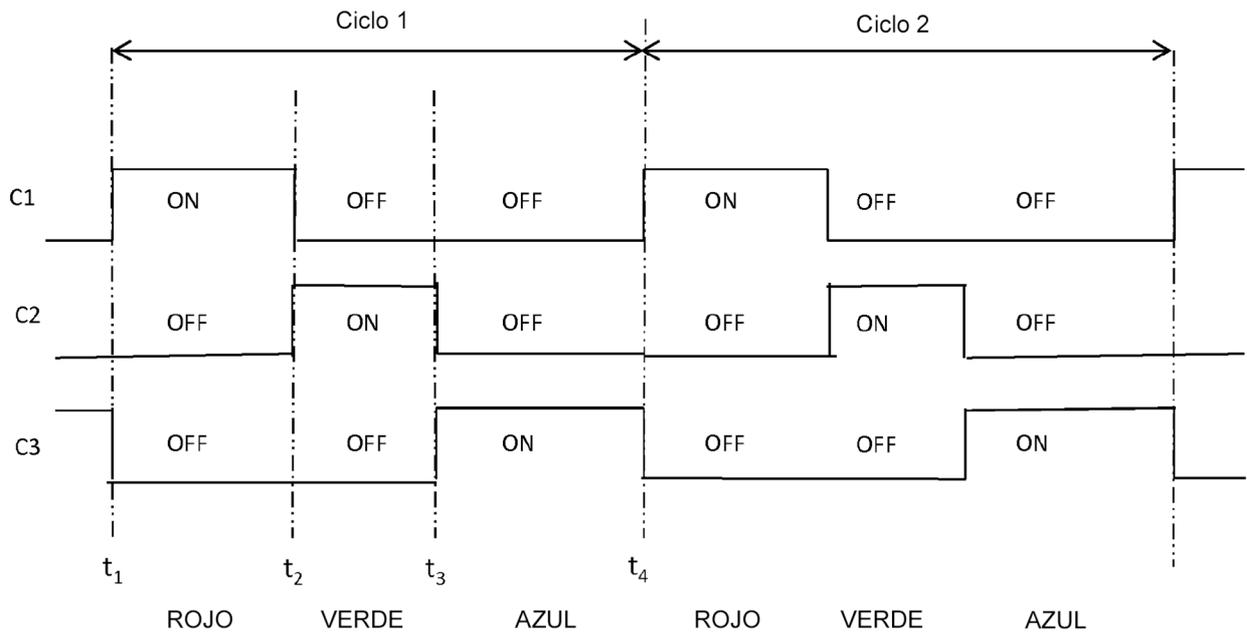
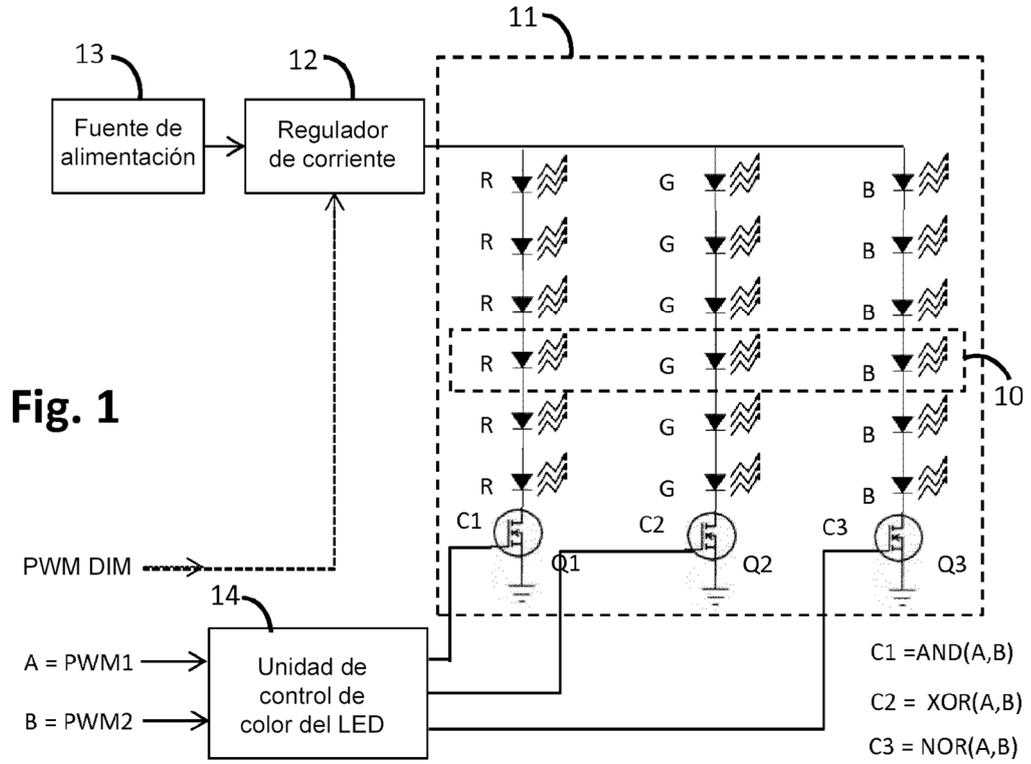
REIVINDICACIONES

1. Fuente de luz LED que comprende, por lo menos, tres conexiones en serie de una cadena de LED (R, G, B, W) y un dispositivo semiconductor de conmutación (Q1, Q2, Q3, Q4), cuyas conexiones en serie están en una configuración en paralelo y están adaptadas para compartir una fuente de corriente común (12), en la que las cadenas de LED (R, G, B, W) de las que, por lo menos, tres conexiones en serie están adaptadas para emitir respectivamente, por lo menos, dos colores diferentes, y comprendiendo la fuente de luz LED, además, un controlador (14) de tono de color o de temperatura de color que está adaptado para proporcionar, por lo menos, tres señales de control (C1, C2, C3, C4) moduladas por el ancho de impulso para controlar, por lo menos, dichas tres conexiones en serie de una cadena de LED y de un conmutador semiconductor para ser activadas secuencialmente, una cada vez, y para tomar corriente de dicha fuente de corriente común durante un tiempo definido por la respectiva señal de dichas señales de control moduladas por el ancho de impulso, **caracterizada por que** dicho controlador (14) de tono de color o de temperatura de color está adaptado para formar, por lo menos, dichas tres señales de control (C1, C2, C3, C4) moduladas por el ancho de impulso con operaciones lógicas a partir de solo dos señales de control de color (A, B) moduladas por el ancho de impulso suministradas al controlador de tono de color o de temperatura de color.
2. Fuente de luz LED, según la reivindicación 1, en la que la corriente de dicha fuente común de corriente (12) es ajustable para ajustar la intensidad de la luz de la fuente de luz LED.
3. Fuente de luz LED, según la reivindicación 1 o 2, en la que las cadenas de LED (R, G, B, W) están adaptadas para emitir tres colores diferentes.
4. Fuente de luz LED, según la reivindicación 3, en la que la fuente de luz LED comprende cuatro cadenas de LED (R, G, B, W) adaptadas para emitir cuatro colores diferentes.
5. Fuente de luz LED, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que dicha fuente de luz LED es una fuente de luz LED RGB, y en la que las cadenas de LED comprenden una primera cadena de LED (R) adaptada para emitir luz roja, una segunda cadena de LED adaptada para emitir luz verde (G) y una tercera cadena de LED adaptada para emitir luz azul (B).
6. Fuente de luz LED, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que dicha fuente de luz LED es una fuente de luz LED RGBW, y en la que las cadenas de LED comprenden una primera cadena de LED (R) adaptada para emitir luz roja, una segunda cadena de LED adaptada para emitir luz verde (G), una tercera cadena de LED adaptada para emitir luz azul (B) y una cuarta cadena de LED adaptada para emitir luz blanca (W).
7. Fuente de luz LED, según cualquiera de las reivindicaciones a 1 a 4, en la que las cadenas de LED comprenden una primera cadena de LED y una segunda cadena de LED adaptada para emitir luz blanca y, por lo menos, una cadena de LED adaptada para emitir luz no blanca.
8. Fuente de luz LED, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende un primer grupo de LED (11) que tiene, por lo menos, dichas tres conexiones en serie de una cadena de LED y un dispositivo semiconductor de conmutación en una configuración en paralelo y, por lo menos, un grupo de LED (11) paralelo que tiene, por lo menos, tres conexiones en serie correspondientes de una cadena de LED y un dispositivo semiconductor de conmutación en una configuración en paralelo, teniendo cada uno de dicho primer grupo de LED y, por lo menos, dicho grupo de LED (11) paralelo su propia fuente de corriente común (12) o compartiendo cada uno la fuente de corriente común (12), y en la que, por lo menos, dichas tres señales de control (C1, C2, C3) moduladas por el ancho de impulso del controlador de tono de color o de la temperatura de color están adaptadas para controlar dicho primer grupo de LED y, por lo menos, dicho grupo de LED (11) paralelo simultáneamente en paralelo, por lo que la correspondiente conexión en serie de una cadena de LED y el dispositivo semiconductor de conmutación en todos los grupos de LED (11) está controlado simultáneamente para estar activo y para tomar corriente desde dicha fuente de corriente común (12) durante el tiempo definido por la señal de control modulada por el ancho de impulso correspondiente.
9. Procedimiento para ajustar el tono de color o la temperatura de color de una fuente de luz LED, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo el procedimiento controlar el tono de color o la temperatura de color de la fuente de luz LED mediante solo dichas dos señales de control de color (A, B) moduladas por el ancho de impulso suministradas al controlador (14) de tono de color o de temperatura de color y formar, en la fuente de luz LED, por lo menos, dichas tres señales de control (C1, C2, C3) moduladas por el ancho de impulso con operaciones lógicas a partir solamente de dichas dos señales de control de color (A, B) moduladas por el ancho de impulso suministradas al controlador (14) de tono de color o de temperatura de color.
10. Procedimiento, según la reivindicación 9, en el que las operaciones lógicas comprenden formar secuencialmente, por lo menos, tres combinaciones de estados a partir de los estados de dichas dos señales de control de color (A, B) moduladas por el ancho de impulso, suministradas al controlador (14) de tono de color o de temperatura de color, representando cada una de dichas tres combinaciones de estados una de, por lo menos,

dichas tres señales de control (C1, C2, C3, C4) moduladas por el ancho de impulso.

- 5 11. Procedimiento, según la reivindicación 9 o 10, en el que los límites de subida de dichas dos señales de control de color (A, B) moduladas por el ancho de impulso suministradas al controlador (14) de tono de color o de temperatura de color son sustancialmente simultáneos, y en el que, por lo menos, dichas tres señales de control (C1, C2, C3) moduladas por el ancho de impulso son formadas a partir de dichas dos señales de control de color moduladas por el ancho de impulso suministradas al controlador (14) de tono de color o de temperatura de color mediante operaciones lógicas NOR, XOR y AND.
- 10 12. Procedimiento, según la reivindicación 9 o 10, en el que los límites de subida de dichas dos señales de control de color (A, B) moduladas por el ancho de impulso suministradas al controlador (14) de tono de color o de temperatura de color son sustancialmente coincidentes, y en el que cuatro señales de control (C1, C2, C3, C4) moduladas por el ancho de impulso son formadas a partir de dichas dos señales de control mediante operaciones lógicas, estando disponibles dos de dichas cuatro señales de control moduladas por el ancho de impulso en cada ciclo de control y pudiendo ser seleccionadas de forma selectiva las otras dos de dichas cuatro señales de control de color moduladas por el ancho de impulso.
- 15 13. Procedimiento, según la reivindicación 9 o 10, en el que los límites de subida de dichas dos señales de control de color (A, B) moduladas por el ancho de impulso suministradas al controlador (14) de tono de color o de temperatura de color tienen una diferencia de fase, y las cuatro señales de control moduladas por el ancho de impulso son formadas a partir de dichas dos señales de control de color (A, B) moduladas por el ancho de impulso suministradas al controlador de tono de color o de temperatura de color.
- 20 14. Dispositivo de iluminación que comprende una fuente de luz LED, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
- 25 15. Sistema de iluminación que comprende fuentes de luz LED, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, y medios de control adaptados para ajustar el tono de color o la temperatura de color de las fuentes de luz LED llevando a cabo un procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13.

30



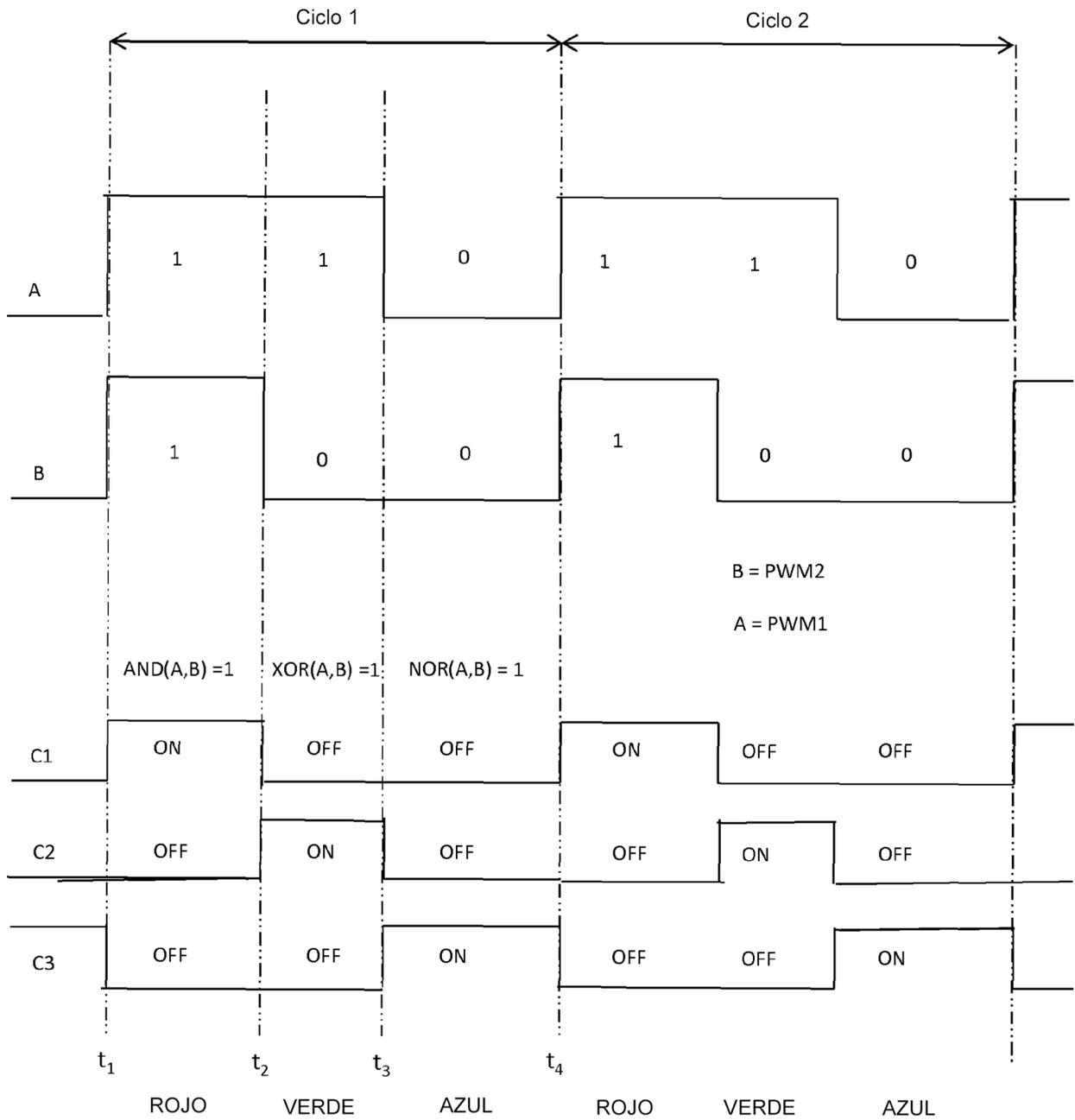
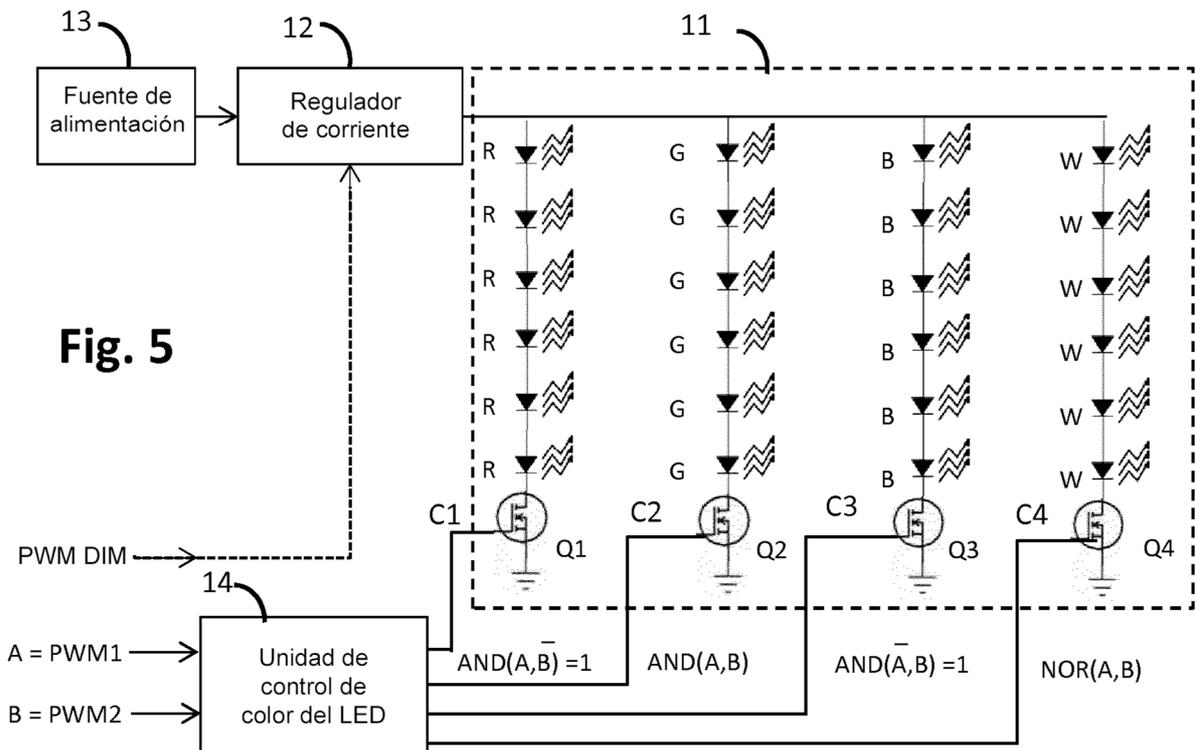
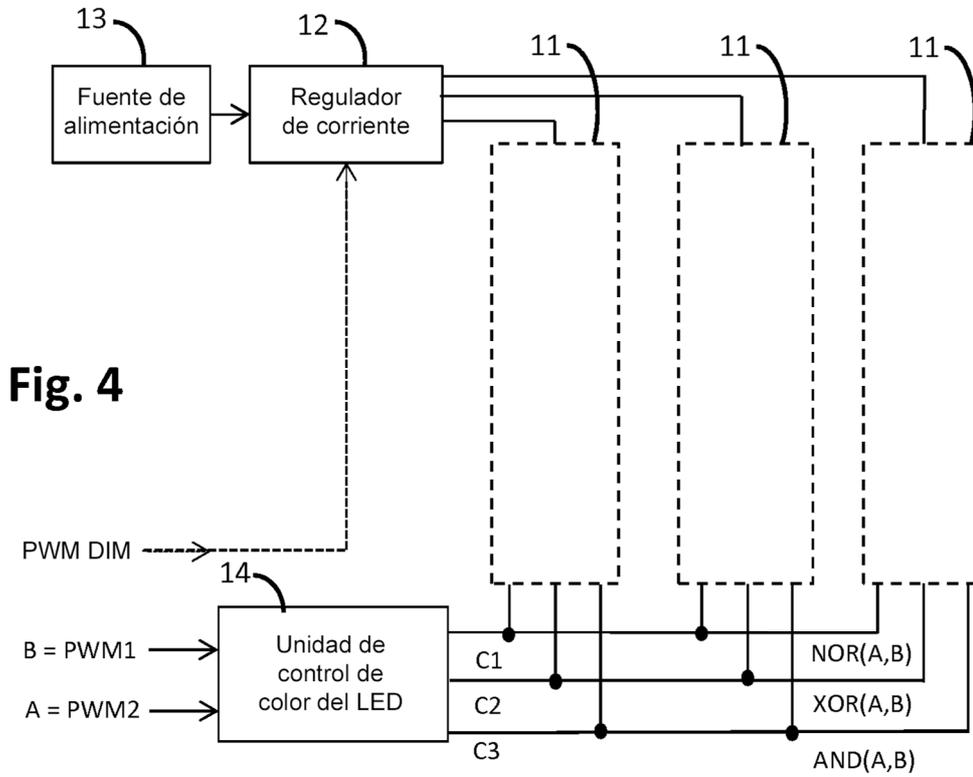


Fig. 3



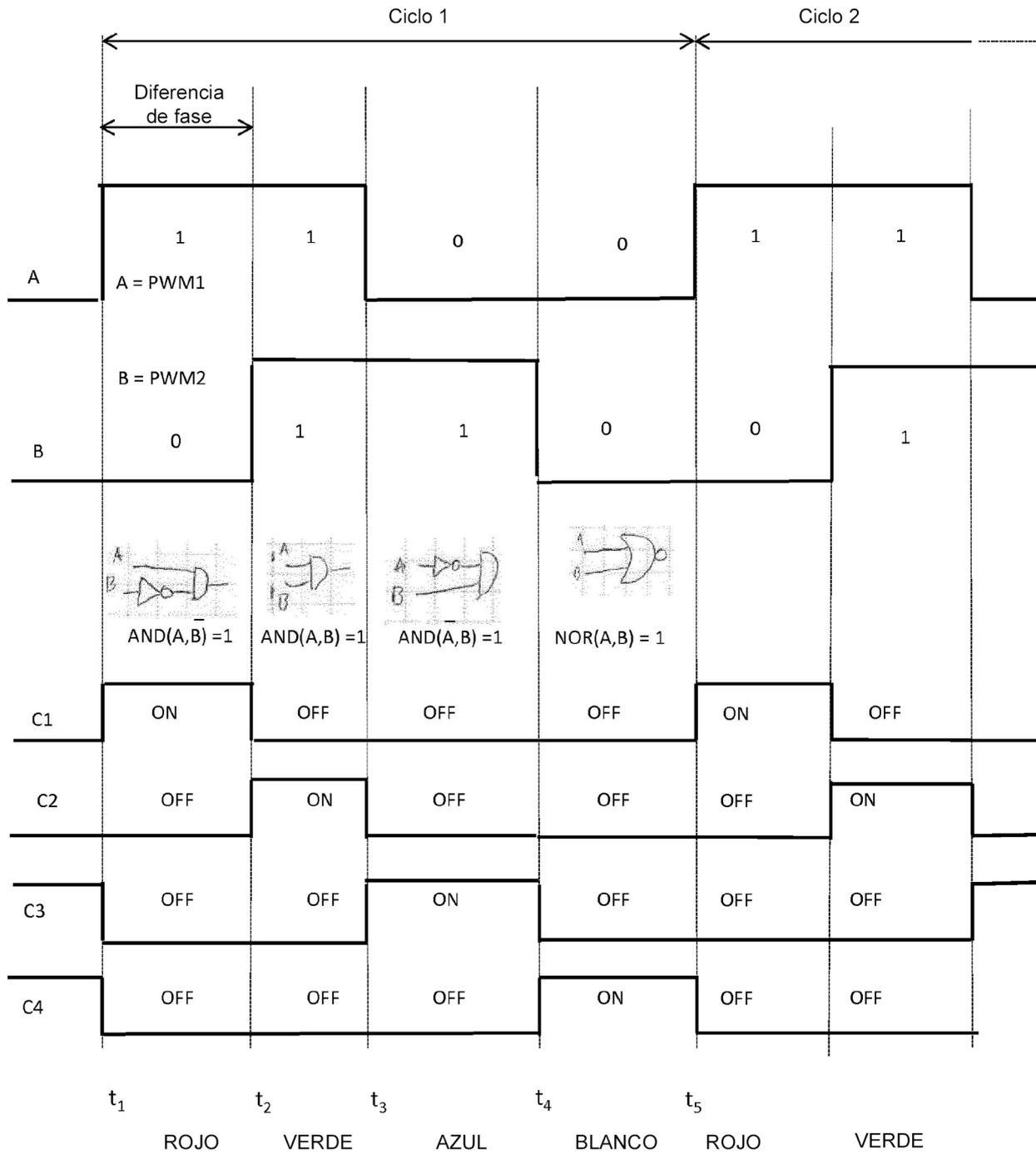


Fig. 6

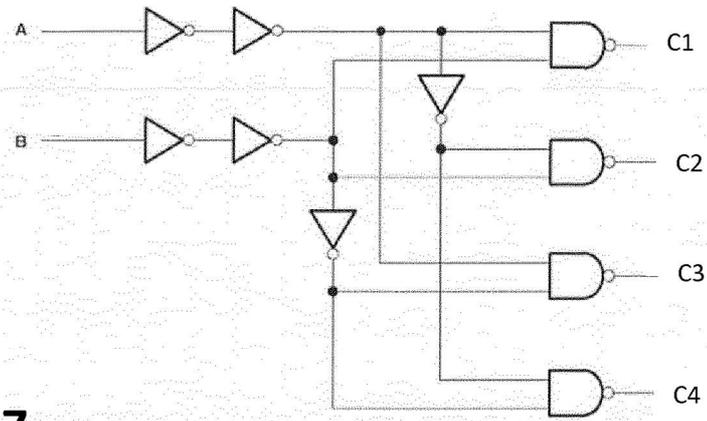


Fig. 7

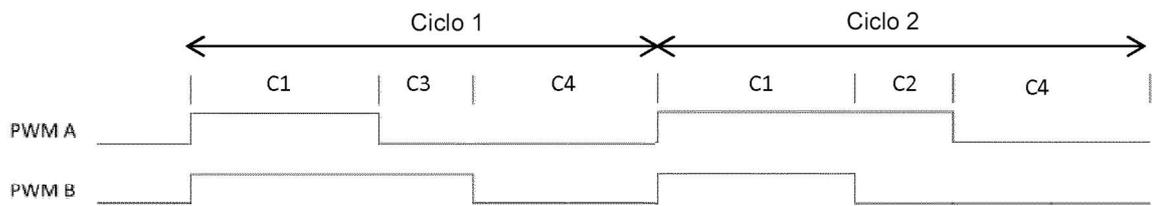


Fig. 8

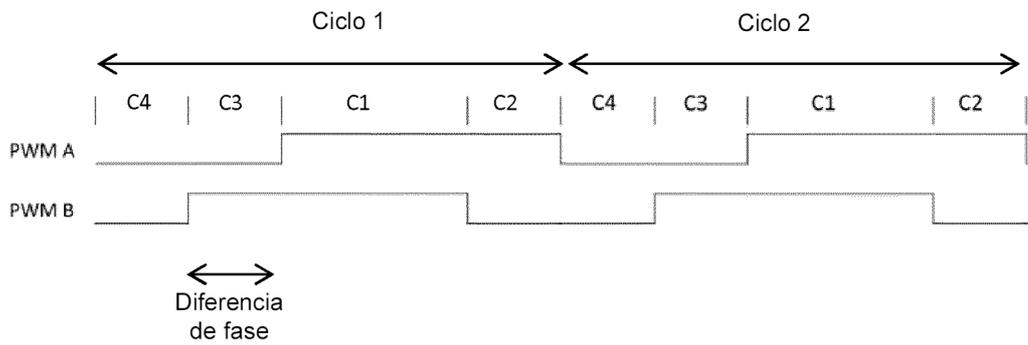


Fig. 9

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

Documentos de patentes citados en la descripción

- EP 2949182 A1
- 10