

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 599**

51 Int. Cl.:

**H05B 33/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.11.2011 PCT/IB2011/055099**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.05.2012 WO12069961**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2011 E 11799321 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 2644006**

54 Título: **Sistema de iluminación que comprende una pluralidad de LED**

30 Prioridad:

**25.11.2010 EP 10192617**

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

**07.06.2018**

73 Titular/es:

**PHILIPS LIGHTING HOLDING B.V. (100.0%)  
High Tech Campus 45  
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**SEMPEL, ADRIANUS**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 671 599 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**

Sistema de iluminación que comprende una pluralidad de LED

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere en general al campo de la iluminación. En particular, la presente invención se refiere a un sistema de iluminación que comprende una pluralidad de LED y que es capaz de generar una salida de luz con un punto de color controlable.

10

Antecedentes de la invención

Sistemas de iluminación para generar luz son comúnmente conocidos, y lo mismo es de aplicación al uso de los LED como fuente de luz en tales sistemas de iluminación. Por lo tanto, en el presente caso se omitirá una explicación detallada de los mismos.

15

Hablando en términos generales, se pueden definir varios requisitos operativos para un sistema de iluminación. Un requisito obvio es que el sistema se pueda conmutar a ENCENDIDO y a APAGADO. Un segundo requisito es la capacidad de regulación de luz: es deseable que se pueda variar la intensidad de la salida de luz. Un tercer requisito es la variabilidad de color: es deseable que se pueda variar el color de la salida de luz.

20

Con respecto al color, es comúnmente sabido que los colores, tal como son percibidos por el ojo humano, se pueden describir en un espacio de color bidimensional. En este espacio, los colores puros o monocromáticos, es decir, la radiación electromagnética que tiene una frecuencia dentro del espectro visible, están situados sobre una línea curvada que tiene dos puntos de extremo, que se corresponden con los límites del espectro visible. Esta curva, junto con una línea recta que conecta dichos puntos de extremo, forma el bien conocido triángulo de color. Los puntos dentro de este triángulo se corresponden con las así denominadas mezclas de color. Una característica importante de los colores es que, cuando el ojo humano recibe una luz que se origina en dos fuentes de luz con diferentes puntos de color, el ojo humano no distingue dos colores diferentes sino que percibe una mezcla de color, en donde el punto de color de esta mezcla de color está situado sobre una línea recta que conecta los dos puntos de color de las dos fuentes de luz, mientras que la posición exacta sobre esta línea depende de la relación entre las intensidades luminosas respectivas. La intensidad global de la mezcla de color se corresponde con las intensidades luminosas respectivas sumadas entre sí. Por lo tanto, es posible generar una luz que tiene un punto de color que se corresponde con cualquier punto deseado de dicha línea con, dentro de unos límites, cualquier intensidad deseada. De forma similar, con tres fuentes de luz, es posible generar cualquier punto de color dentro del triángulo que se define por medio de los tres puntos de color respectivos.

25

30

35

En el campo de la iluminación, existe un deseo general de poder generar una luz cuyo color se pueda controlar. Dependiendo del tipo de aplicación, las características deseadas del sistema de iluminación pueden ser diferentes. Un tipo específico de sistema de iluminación es una lámpara de luz diurna capaz de generar luz de color blanco y / o capaz de simular el cambio en el color de la luz de la luz diurna desde el amanecer hasta la puesta de sol. Otro tipo específico de sistema de iluminación es un repuesto para una lámpara incandescente, que tiene la misma salida de luz "cálida".

40

Mientras que lo que antecede es básicamente de aplicación a cualquier tipo de fuente de luz, una fuente de luz particularmente adecuada en los sistemas de color es el LED, a la vista de su tamaño y coste, y considerando el hecho de que un LED produce una luz monocromática. Por lo tanto, se han desarrollado unos sistemas de iluminación que comprenden 3 o 4 (o incluso más) tipos diferentes de LED. A modo de ejemplo, se menciona el sistema de RGBW, que comprende unos LED de colores ROJO, VERDE, AZUL y BLANCO.

50

Con el fin de poder lograr una capacidad de regulación de luz en un sistema de LED, se conoce la aplicación de la modulación por ancho de pulsos: en lugar de una corriente constante, el LED recibe unos pulsos de corriente de una determinada duración a una determinada frecuencia de repetición, que se selecciona para que sea lo bastante alta tal como para no conducir a un parpadeo perceptible.

55

Para accionar un LED, se usa una unidad de accionamiento de LED, capaz de generar la corriente de LED requerida a la tensión de accionamiento correspondiente.

Con el fin de poder establecer y / o variar un punto de color deseado de la salida de luz, es necesario poder variar de forma individual las intensidades de los diferentes colores. Mientras que un sistema simple puede comprender un LED por color, los sistemas prácticos tienen por lo general una pluralidad de LED por color. Es posible accionar una disposición de LED mediante una unidad de accionamiento común, y los LED se pueden conectar en paralelo o en serie, o ambos. Sin embargo, la técnica anterior requiere que haya al menos una unidad de accionamiento por color. Esto hace que un sistema de ese tipo sea relativamente costoso. Adicionalmente, entre el sistema de unidad de accionamiento y el sistema de LED se necesitan al menos 5 hilos, incluso 8 hilos si no es deseable tener una masa común.

60

65

Sumario de la invención

Un objeto importante de la presente invención es la provisión de un sistema de iluminación que comprende 4 grupos de LED diferentes que son accionados por una unidad de accionamiento común, en el que son posibles una capacidad de regulación de luz y una variabilidad de color. La esencia de la presente invención también es aplicable, no obstante, en un sistema de iluminación que comprende más de dos grupos de LED diferentes, o que comprende 5 o más grupos de LED diferentes.

En la tecnología del estado de la técnica, por lo general una unidad de accionamiento de LED se implementa como una fuente de corriente. Tal como es comúnmente sabido por los expertos en la materia, un LED, como cualquier otro tipo de diodo, tiene como una característica una tensión casi constante cuando se encuentra en su estado de conducción directa, que se indica como tensión directa. Por lo tanto, mientras que la corriente de salida de unidad de accionamiento se determina por medio de la unidad de accionamiento, la tensión de salida de unidad de accionamiento se determina por medio del LED. De acuerdo con la presente invención, un sistema de iluminación comprende unos medios de distribución de corriente controlables que tienen una entrada que recibe la corriente de unidad de accionamiento y que tienen una pluralidad de salidas que están acopladas con los grupos de LED respectivos para proporcionar las corrientes de LED respectivas. Adicionalmente, la unidad de accionamiento establece de forma activa su tensión de salida, que se usa como una señal de control para los medios de distribución de corriente. Dependiendo de esta señal de control, los medios de distribución de corriente establecen una relación específica de las corrientes de LED respectivas.

En una implementación, los medios de distribución de corriente controlables pueden comprender un procesador que está dotado de una memoria que contiene una información que define una relación para la relación entre la tensión de entrada y la corriente de salida. En otra implementación, los medios de distribución de corriente controlables consisten en una configuración de soporte físico específica del sistema de LED.

Algunas elaboraciones ventajosas adicionales se mencionan en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

Estos y otros aspectos, características y ventajas de la presente invención se explicarán adicionalmente por medio de la siguiente descripción de una o más formas de realización preferidas con referencia a los dibujos, en los que los mismos números de referencia indican las mismas partes o unas similares, y en los que:

- 35 la figura 1 muestra un diagrama de bloques que ilustra de forma esquemática un diseño de la técnica anterior de un sistema de iluminación;
- la figura 2 es una gráfica que ilustra de forma esquemática el comportamiento eléctrico de un diodo;
- la figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra de forma esquemática el diseño de un sistema de iluminación de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;
- 40 la figura 4A es un diagrama de bloques que ilustra de forma esquemática un ejemplo para explicar la presente invención;
- la figura 4B es una gráfica que muestra la salida de luz del sistema de LED de la figura 4A como una función de la tensión de entrada;
- 45 la figura 4C es un diagrama de bloques que ilustra de forma esquemática un ejemplo para explicar la presente invención;
- la figura 5A es un diagrama de bloques que ilustra de forma esquemática un ejemplo para explicar la presente invención;
- la figura 5B es una gráfica que muestra la salida de luz del sistema de LED de la figura 5A como una función de la tensión de entrada;
- 50 la figura 6A es un diagrama de bloques que ilustra de forma esquemática un ejemplo para explicar la presente invención;
- la figura 6B es una gráfica que muestra la salida de luz del sistema de LED de la figura 6A como una función de la tensión de entrada;
- 55 la figura 6C es un diagrama de bloques que ilustra de forma esquemática un ejemplo para explicar la presente invención;
- la figura 7A es un diagrama de bloques que ilustra de forma esquemática una posible forma de realización del sistema de LED de acuerdo con la presente invención;
- la figura 7B es una gráfica que muestra la salida de luz del sistema de LED de la figura 7A como una función de la tensión de entrada;
- 60 la figura 8A es un diagrama de bloques que ilustra de forma esquemática una posible forma de realización del sistema de LED de acuerdo con la presente invención;
- la figura 8B es una gráfica que muestra la salida de luz del sistema de LED de la figura 8A como una función de la tensión de entrada;
- 65 la figura 9A es una gráfica que ilustra de forma esquemática una tensión de salida de una unidad de accionamiento como una función del tiempo de acuerdo con la presente invención;

la figura 9B es una gráfica que ilustra de forma esquemática una tensión de salida de una unidad de accionamiento como una función del tiempo de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de formas de realización

5 La figura 1 muestra un diagrama de bloques que ilustra de forma esquemática un diseño de la técnica anterior de un sistema de iluminación 1 que comprende unos medios de unidad de accionamiento 10 y un sistema de LED 20, en donde en este ejemplo el sistema de LED 20 comprende cuatro LED 21, 22, 23, 24. En el diseño de la técnica anterior, los medios de unidad de accionamiento 10 comprenden, en la práctica, unas unidades de accionamiento individuales 11, 12, 13, 14 que están dedicadas a accionar uno correspondiente de los LED 21, 22, 23, 24. Con el fin de poder establecer o variar el color de salida del sistema de LED 20 en conjunto, por ejemplo, mediante una acción de usuario, el sistema de iluminación 1 comprende un dispositivo de control 2 que recibe una señal de entrada de usuario Sui y que calcula unas señales de control de unidad de accionamiento individual para las unidades de accionamiento individuales 11, 12, 13, 14. La figura muestra claramente que se necesitan ocho hilos para conectar los medios de unidad de accionamiento 10 con el sistema de LED 20.

20 La figura 2 es una gráfica que ilustra de forma esquemática el comportamiento eléctrico de un diodo, en particular un LED. El eje horizontal representa tensión (unidades arbitrarias), el eje vertical representa corriente (unidades arbitrarias). Un diodo tiene dos terminales, indicándose uno como ánodo e indicándose el otro como cátodo. Suponiendo que se aplique una tensión de CC a través de los terminales del diodo, con el ánodo siendo positivo y el cátodo siendo negativo; esto se indicará como polarización positiva (el lado derecho de la gráfica). Siempre que la magnitud de la tensión se encuentre por debajo de un determinado valor umbral  $V_{th}$ , se puede considerar que la corriente es cero y se dice que el diodo es no conductor (se hace notar que, en realidad, puede fluir una corriente muy pequeña, pero esto se desprecia en el presente caso). Si la magnitud de la tensión se encuentra por encima de dicho valor umbral  $V_{th}$ , la corriente sube de forma muy abrupta como una función de la tensión y se dice que el diodo es conductor en sentido directo.

25 Cuando se invierte la polaridad de la tensión de CC, esto se indicará como polarización negativa o polarización inversa (el lado izquierdo de la gráfica). En unas condiciones prácticas relevantes para la presente invención, la corriente es cero. En unas condiciones extremas, cuando la magnitud de la tensión se vuelve muy alta, el diodo muestra, de hecho, conducción, tal como se ilustra en la gráfica, pero por lo general esto implicará dañar el diodo y no se considera que sea una condición operativa normal.

30 Por lo tanto, para explicar la presente invención, se distinguirán tres situaciones:

- 35
- 1) caída de tensión en el diodo negativa, no conductor
  - 2) caída de tensión en el diodo positiva  $< V_{th}$ , no conductor
  - 3) caída de tensión en el diodo positiva  $\geq V_{th}$ , conductor

40 Se hace notar que se puede considerar que la tensión umbral  $V_{th}$  es constante para una única muestra de diodo, a pesar de que el valor puede ser diferente para diferentes tipos de diodo. Por ejemplo, para un diodo de germanio convencional,  $V_{th}$  es de aproximadamente 0,3 V, para un diodo de silicio convencional,  $V_{th}$  es de aproximadamente 0,7 V y, para alimentar los LED,  $V_{th}$  se puede encontrar en el intervalo de 1 V a 3 V.

45 En principio, es posible que una unidad de accionamiento 11, 12, 13, 14 tenga las características de una fuente de tensión: la carga determina la corriente, y al controlar de forma precisa la tensión, es posible establecer la corriente. No obstante, unas variaciones ligeras en la tensión dan como resultado unas variaciones grandes en la corriente de LED, mientras que se puede considerar que la intensidad de salida de LED es sustancialmente proporcional a la corriente de LED, de tal modo que pueden resultar unas variaciones visibles de la intensidad. Por lo tanto, por lo general se prefiere que una unidad de accionamiento tenga las características de una fuente de corriente. Si este es el caso, la carga determina la tensión de salida de la unidad de accionamiento. Por lo tanto, en ambos casos, la potencia de salida de unidad de accionamiento se determina por medio de la carga.

50 La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra de forma esquemática el diseño de un sistema de iluminación 100 de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. De nuevo, este sistema tiene unos medios de unidad de accionamiento 110 y un sistema de LED 120 que comprende cuatro LED 21, 22, 23, 24. A diferencia de la técnica anterior, los medios de unidad de accionamiento 110 comprenden únicamente una unidad de accionamiento 130 que tiene unos terminales de salida 131, 132, y el sistema de LED 120 que tiene unos terminales de entrada 121, 122 comprende unos medios de distribución de corriente controlables 140. La figura muestra que la unidad de accionamiento 130 se alimenta a partir de la red de distribución eléctrica M, pero se hace notar que esto, a pesar de ser habitual, no es esencial. Un dispositivo de control 2 puede recibir una señal de entrada de usuario Sui, y puede controlar la unidad de accionamiento 130. Se hace notar que esta unidad de accionamiento y dispositivo de control se pueden integrar.

65 Cuando se implementa la presente invención, de nuevo es posible que la unidad de accionamiento 130 tenga la característica de una fuente de corriente. No obstante, entonces, se prefiere que la unidad de accionamiento 130

tenga la característica de una fuente de tensión. Para definir el alcance de protección y, por lo tanto, la redacción de las reivindicaciones, la característica precisa de la unidad de accionamiento no se debería interpretar como si fuera un factor limitante. Mientras que una fuente de tensión ideal tiene una característica vertical y una fuente de corriente ideal tiene una característica horizontal, por lo general una fuente de alimentación realista tiene una característica en pendiente que corta tanto al eje de corriente como al eje de tensión. Sin embargo, en todos los casos, un LED que es accionado por la unidad de accionamiento puede tener el mismo punto de trabajo (un punto en la gráfica de la figura 2 que se define por medio de la combinación de la tensión real y la corriente real). Debido a que este punto de trabajo se establece a sí mismo en función de la característica del LED, mientras que la ubicación precisa sobre esa característica se determina y se varía por medio de la salida de unidad de accionamiento, la expresión general que se usa en las reivindicaciones será que la unidad de accionamiento proporciona una alimentación de trabajo. Sin embargo, en la siguiente explicación se supondrá que la unidad de accionamiento 130 tiene, de hecho, la característica de una fuente de tensión, debido a que se prefiere una característica de ese tipo debido a que la misma permite que la tensión de trabajo se establezca más fácilmente.

Tal como se menciona en la siguiente explicación, se supondrá que la unidad de accionamiento 130 tiene la característica de una fuente de tensión, y que el dispositivo de control 2 es capaz de establecer la tensión de salida de unidad de accionamiento. Se hace notar que las unidades de accionamiento de LED que tienen una tensión de salida controlable son conocidas en sí, de tal modo que en el presente caso no es necesaria una explicación detallada de las mismas. De acuerdo con los principios propuestos por la presente invención, se considera que la tensión de salida de la unidad de accionamiento 130, es decir, la tensión de entrada que es recibida por los medios de distribución de corriente 140, es un parámetro de control para la distribución de la corriente entre los LED 21, 22, 23, 24.

En una posible forma de realización, los medios de distribución de corriente 140 comprenden un procesador activo y una memoria que contiene una información que define unas relaciones entre el parámetro de control "tensión de entrada"  $V_i$  y las corrientes individuales de los LED individuales. Con el número de LED individuales igual a  $N$ , y un índice  $i$  que varía de 1 a  $N$ , estas relaciones se pueden expresar como:  $I_i = f_i(V_i)$  con las funciones  $f_i$  siendo, por lo general, mutuamente diferentes de tal modo que las mismas definen, en conjunto, para el punto de color de la salida de luz global, una determinada trayectoria previamente definida en el espacio de color. Preferiblemente, para al menos un LED o grupo de LED, la corriente (la función  $f_i$ ) solo es distinta de cero dentro de un determinado intervalo de tensiones de entrada, mientras que este intervalo se solapa con un intervalo de tensiones de entrada en donde la totalidad de los otros LED tienen una corriente cero de tal modo que, en este intervalo de solapamiento, la salida de luz tiene el color puro de dicho un LED o grupo de LED. Se ha de hacer notar que la unidad de accionamiento 130 suministra la suma de todas las corrientes de LED.

En una forma de realización que se prefiere, a la vista de su simplicidad y costes bajos, los medios de distribución de corriente 140 no comprenden unos medios de procesador activos sino que consisten en la configuración de soporte físico del sistema de LED 120. En lo sucesivo se analizarán algunas formas de realización a modo de ejemplo.

La figura 4A es un diagrama de bloques que ilustra de forma esquemática un ejemplo del sistema de LED de acuerdo con la presente invención, que se indica en general por medio del número de referencia 420. Los terminales de entrada se indican por medio de los números de referencia 121, 122. El sistema de LED 420 comprende dos grupos de LED 451, 452. Estos grupos están conectados en paralelo con respecto a los terminales de entrada 121, 122. Una impedancia 461 está conectada en serie con el primer grupo 451 de LED. Una impedancia 462 está conectada en serie con el segundo grupo 452 de LED. En la siguiente explicación, se supondrá que esta impedancia es resistiva, por ejemplo, una resistencia.

En la figura 4A, el primer grupo 451 se muestra por medio del símbolo de un único LED, pero esto no quiere decir que haya solo un LED en el primer grupo. El grupo puede comprender en la práctica una pluralidad de LED que están dispuestos en serie y / o en paralelo uno con respecto a otro. Estos LED pueden ser mutuamente idénticos, pero el grupo también puede comprender unos LED de colores mutuamente diferentes. Aparte de los LED, otros componentes eléctricos se pueden conectar en serie y / o en paralelo con respecto a los LED, por ejemplo, diodos comunes. Mientras que cada LED o diodo individual tiene su tensión umbral individual, tal como se explica con referencia a la figura 2, el grupo 451 en conjunto tiene una tensión umbral de grupo  $V_{T1}$  que, por lo general, se corresponde con la suma de las tensiones umbral de los LED que están dispuestos en serie. Por lo tanto, si el grupo 451 consiste en una disposición en serie de tres LED idénticos que tienen, cada uno, una tensión umbral individual  $V_{th}$ , la tensión umbral de grupo  $V_{T1}$  del grupo es igual a  $3 V_{th}$ .

Lo mismo es de aplicación al segundo grupo 452. Cuando se compara el segundo grupo 452 con el primer grupo 451, hay una diferencia importante: el segundo grupo 452 tiene una tensión umbral de grupo  $V_{T2}$ , que, en lo sucesivo en el presente documento, se indica simplemente como segunda tensión umbral, más grande que la tensión umbral de grupo  $V_{T1}$  del primer grupo 451, que, en lo sucesivo en el presente documento, se indica simplemente como primera tensión umbral.

Adicionalmente, el valor de impedancia de la segunda impedancia 462 en serie con el segundo grupo de LED 452 puede diferir del valor de impedancia de la primera impedancia 461 en serie con el primer grupo de LED 451. El

valor de impedancia de la segunda impedancia 462 puede ser más pequeño que el valor de impedancia de la primera impedancia 461, e incluso se puede omitir la segunda impedancia 462, caso en el cual la función de la segunda impedancia será realizada por el cableado en serie del segundo grupo de LED 452.

5 El funcionamiento del sistema de LED 420 se explicará a continuación con referencia a la figura 4B, que es una gráfica que muestra la salida de luz L1 del primer grupo de LED 451 y la salida de luz L2 del segundo grupo de LED 452 como una función de la tensión de entrada  $V_i$  que se recibe en los terminales de entrada 121, 122 del sistema de LED 420.

10 Siempre que  $V_i$  sea más pequeña que  $VT_1$ , todos los LED se encuentran apagados.

15 Cuando  $V_i$  es más alta que  $VT_1$  pero sigue siendo más pequeña que  $VT_2$ , el segundo grupo de LED se sigue encontrando apagado. Fluirá corriente a través del primer grupo de LED 451, con una caída de tensión que se desarrolla a través del primer grupo de LED 451; esta caída de tensión será casi igual a  $VT_1$ . Mientras que, en la práctica, esta caída de tensión aumentará ligeramente con la corriente creciente (véase la figura 2), en la siguiente explicación se supondrá, por razones de conveniencia, que la caída de tensión es igual a  $VT_1$ . La diferencia  $VR_1 = V_i - VT_1$  será la tensión a través de la resistencia 461, de tal modo que la magnitud de la corriente será igual a  $(V_i - VT_1) / R_1$ , con  $R_1$  indicando la resistencia de la resistencia 461. Esta corriente es proporcional (en realidad: casi linealmente proporcional) a la tensión de entrada  $V_i$  y, por lo tanto, la primera salida de luz L1 es proporcional a la tensión de entrada  $V_i$ . La salida de luz del sistema de LED 420 en conjunto tiene el primer punto de color.

20 Se hace notar que lo que antecede es de aplicación cuando  $R_1$  es lo bastante grande. Cuando  $R_1$  es demasiado baja, la corriente se determinará por medio de las características de LED del primer grupo 451: la corriente no se puede volver más alta que la corriente de la característica de diodo.

25 De forma similar, cuando  $V_i$  es más alta que  $VT_2$ , también fluirá corriente a través del segundo grupo de LED 452, con una caída de tensión que se toma como igual a  $VT_2$  que se desarrolla a través del segundo grupo de LED 452. La diferencia  $VR_2 = V_i - VT_2$  será la tensión a través de la segunda resistencia 462, de tal modo que la magnitud de la corriente será igual a  $(V_i - VT_2) / R_2$ , con  $R_2$  indicando la resistencia de la segunda resistencia 462. Esta corriente es proporcional a la tensión de entrada  $V_i$  y, por lo tanto, la segunda salida de luz L2 es proporcional a la tensión de entrada  $V_i$ . Debería ser evidente que la primera salida de luz L1 sigue siendo proporcional a la tensión de entrada  $V_i$ .

30 La relación entre  $R_1$  y  $R_2$  determina la relación entre la proporcionalidad de L1 y L2 frente a  $V_i$ , de forma respectiva. Por lo general, será ventajoso si  $R_2$  es más pequeña que  $R_1$ , de tal modo que la corriente en el segundo grupo 452 sube más rápido como una función de  $V_i$  en comparación con la corriente en el primer grupo 451, y será ventajoso si el número de LED en el segundo grupo 452 es más grande que el número de LED en el primer grupo 451, de tal modo que, en definitiva, la segunda salida de luz L2 sube más rápido que la primera salida de luz L1, tal como se ilustra.

35 En la explicación anterior, para entender el comportamiento eléctrico del circuito, los puntos de color de los LED no desempeñan papel alguno. Todos los LED individuales incluso pueden ser mutuamente idénticos. En una forma de realización particularmente preferida, el punto de color de grupo de la salida de luz de todos los LED del segundo grupo combinados, que, en lo sucesivo en el presente documento, se indica simplemente como segundo punto de color, difiere del punto de color de grupo de la salida de luz de todos los LED del primer grupo combinados, que, en lo sucesivo en el presente documento, se indica simplemente como primer punto de color. Cuando todos los grupos de LED están colocados relativamente cerca uno de otro, un observador humano percibirá la salida de luz global como una mezcla que tiene un punto de color de mezcla. Cuando se aumenta la tensión de entrada  $V_i$ , este punto de color de mezcla se desplaza en una línea recta desde el primer punto de color hacia el segundo punto de color. En la forma de realización en la que el primer punto de color es de color rojo y el segundo punto de color es de color blanco, aumentar la tensión de entrada da lugar a un cambio de una luz de color rojo a una luz de color blanco cálida, que se corresponde con la regulación de luz de una lámpara incandescente.

40 La figura 4C ilustra un segundo ejemplo 430, en el que el segundo grupo de LED 452 está conectado con un nodo de un divisor de tensión 430 que se forma por medio de dos resistencias 431, 432 que están conectadas en serie entre los terminales de entrada 121, 122. Por lo tanto, este nodo proporciona una tensión que se deriva de la tensión de entrada  $V_i$ . Incluso si la segunda tensión umbral de grupo  $VT_2$  es más baja que la primera tensión umbral de grupo, el segundo grupo 452 solo puede empezar a conducir si la tensión de entrada  $V_i$  es igual a o más alta que  $(R_432 + R_431) / R_432$  por  $VT_2$ .

45 La figura 5A ilustra un tercer ejemplo 470. La figura 5B es una gráfica comparable con la figura 4B, que ilustra el comportamiento de esta tercera forma de realización 470. En comparación con la primera forma de realización 420, la segunda resistencia 462 se sustituye por una resistencia 471 en serie con la disposición en paralelo del primer grupo 451 y el segundo grupo 452. Para  $V_i$  más pequeña que  $VT_2$ , el funcionamiento es el mismo que el funcionamiento de la primera forma de realización 420, con esta diferencia de que la magnitud de la corriente será igual a  $(V_i - VT_1) / (R_1 + R_3)$ , con  $R_3$  indicando la resistencia de la resistencia en serie común 471.

Cuando  $V_i$  es más alta que  $V_{T2}$ , también fluirá corriente a través del segundo grupo de LED 452, con una caída de tensión  $V_{T2}$  que se desarrolla a través del segundo grupo de LED 452. La diferencia  $V_{R3} = V_i - V_{T2}$  será la tensión a través de la segunda resistencia 471, y la tensión a través del primer grupo de LED 451 más la resistencia en serie 461 estará fijada a  $V_{T2}$ , como resultado de lo cual la primera corriente  $L1$  permanecerá constante.

En las formas de realización tal como se ha descrito en lo que antecede, en las que los LED están montados cerca uno de otro y los grupos tienen unos puntos de color mutuamente diferentes, variar la tensión de salida de unidad de accionamiento dará como resultado que el sistema de LED 420; 470 en conjunto genere una salida de luz de mezcla, el punto de color de la cual se desplaza en una línea recta desde el primer punto de color hacia el segundo punto de color. En una forma de realización ilustrativa, el primer punto de color es sustancialmente de color rojo y el segundo punto de color es sustancialmente de color blanco. En la forma de realización más simple, el primer grupo 451 consiste precisamente en un LED de color rojo y el segundo grupo 452 consiste precisamente en dos LED de color blanco que están dispuestos en serie.

No obstante, el punto de color de mezcla no alcanzará completamente el segundo punto de color, debido a que el primer grupo 451 se encuentra encendido en todo momento cuando el segundo grupo 452 se encuentra encendido.

Por otro lado, también hay algunas formas de realización en las que los colores de la luz incluso pueden ser mutuamente iguales. Por ejemplo, son posibles algunas formas de realización en las que los grupos de LED individuales están colocados a una distancia sustancial uno de otro, de tal modo que, para el observador humano, la luz que es generada por el primer grupo de LED se origina en una ubicación diferente de la de la luz que es generada por el segundo grupo de LED. Esto se puede usar para generar efectos especiales de luz, tales como, por ejemplo, luces de marcha, un tubo de luz, etc. En tal forma de realización, también sería deseable poder conmutar a apagado el primer grupo mientras el segundo grupo se encuentra encendido.

La presente invención también proporciona algunas formas de realización en las que un primer grupo 451 de ese tipo se conmuta a apagado. La figura 6A ilustra un cuarto ejemplo 620 del sistema de LED, comparable con la primera forma de realización 420 de la figura 4A, en la que un sensor de medición de corriente 672 está dispuesto entre el terminal de cátodo del segundo grupo 452 y el segundo terminal de entrada 122, y en la que está dispuesto un transistor NPN 673 que tiene su terminal de base conectado con el nodo entre el sensor de medición de corriente 672 y el segundo grupo de LED 452, que tiene su terminal de emisor conectado con el segundo terminal de entrada 122 y que tiene su terminal de colector conectado con el nodo entre la primera resistencia 461 y el primer grupo de LED 451. Se hace notar que, en lugar de un transistor NPN, se puede usar otro tipo de conmutador controlable, por ejemplo, un FET.

El funcionamiento es tal como sigue. Para  $V_i$  más pequeña que  $V_{T2}$ , el funcionamiento es el mismo que el funcionamiento de la primera forma de realización 420. Cuando  $V_i$  es más alta que  $V_{T2}$ , también fluirá corriente a través del segundo grupo de LED 452, dando lugar a una caída de tensión a través del sensor de medición de corriente 672. Cuando esta caída de tensión se vuelve tal alta como la polarización directa de base - emisor del transistor 673, el transistor comienza a extraer corriente dando lugar a que la caída de tensión a través de la primera resistencia 461 aumente y, por lo tanto, a que la tensión a través del primer grupo de LED 451 disminuya, de tal modo que  $L1$  disminuye con la tensión de entrada  $V_i$  creciente. La figura 6B es una gráfica comparable con la figura 4B, que muestra que, con el tiempo,  $L1$  se vuelve igual a cero.

En el caso de una  $V_i$  alta, la corriente a través de la primera resistencia 461 se vuelve igual a  $V_i / R1$ , que puede ser relativamente alta si  $R1$  es relativamente baja. Esto se evita en el quinto ejemplo del sistema de LED 780 de la figura 6C, en el que la trayectoria de colector - emisor de un segundo transistor NPN 674 está dispuesta entre el primer terminal de entrada 121 y la primera resistencia 461. Una resistencia de polarización 675 está conectada entre el primer terminal de entrada 121 y el terminal de base de dicho segundo transistor NPN 674. El terminal de colector del primer transistor NPN 673 está conectado con el nodo entre la resistencia de polarización 675 y el terminal de base de dicho segundo transistor NPN 674. El funcionamiento es básicamente similar al funcionamiento del sistema de LED 620: cuando la tensión de entrada sube por encima de  $V_{T2}$ , la corriente creciente en el segundo grupo de LED 452 dará lugar a que el terminal de base del segundo transistor 674 se lleve al nivel del segundo terminal de entrada 122, reduciendo de este modo y cortando con el tiempo, la corriente en el primer grupo de LED 451. Entonces, la corriente desperdiciada está limitada por la resistencia de polarización 675, que puede tener una resistencia mucho más alta que la primera resistencia 461.

Los que tienen en común las formas de realización que se han descrito en lo que antecede es que la respuesta de la producción de luz como una función de la tensión de entrada  $V_i$  es mutuamente diferente para los grupos individuales de LED. Esto es causado por que los grupos tienen unas tensiones umbral mutuamente diferentes o reciben unas tensiones de suministro mutuamente diferentes que se derivan de la tensión de entrada, o ambas. Adicionalmente, la relación entre las salidas de luz individuales de los grupos individuales de LED no es constante. Esto es de aplicación incluso si las dependencias con la tensión de los grupos individuales ( $dL / dV_i$ ) son mutuamente iguales, lo que se puede ver en la figura 4B al dar a las dos curvas en pendiente el mismo ángulo. En algunas de las formas de realización, un acoplamiento entre un grupo y otro grupo da como resultado una disminución de una salida de luz mientras que la otra entrada de luz aumenta como una función de la tensión de

entrada. En definitiva, en todas las formas de realización, el punto de color global de la salida de luz combinada no es constante sino que recorre una trayectoria en el espacio de color como una función de la tensión de entrada  $V_i$  (a menos que, por supuesto, la totalidad de los LED emitan el mismo color).

5 En lo que antecede, la invención se ha explicado con dos grupos de LED 451, 452. En un caso de este tipo, la trayectoria que se recorre en el espacio de color es una línea recta entre los dos puntos de color que se corresponden con los dos grupos de LED. No obstante, el concepto inventivo se puede ampliar de una forma modular. Por lo tanto, es posible tener un tercer grupo de LED, un cuarto grupo de LED, etc., conectados entre los terminales de entrada 121, 122, siempre con un punto de color mutuamente diferente y una tensión umbral mutuamente diferente. Hablando en términos generales, es posible tener  $N$  grupos de LED, indicándose cada grupo como  $G(i)$ , con  $i$  siendo un índice que varía de 1 a  $N$ , siendo  $N$  un número entero positivo más grande que 1. Cada grupo  $G(i)$  tiene una tensión umbral de grupo  $V_G(i)$  y un punto de color  $CP(i)$ . Para dos índices  $i, j$  con  $j > i$ , puede ser de aplicación  $CP(j) \neq CP(i)$  y, preferiblemente, es de aplicación  $V_G(j) > V_G(i)$ . Cada grupo  $G(i)$  está conectado en serie con al menos una impedancia. Dos o más grupos se pueden acoplar tal como para hacer que un grupo influya sobre la respuesta del otro grupo. Por ejemplo, dos o más grupos pueden tener una impedancia en serie común. O un circuito de reducción de corriente para un grupo se puede controlar por medio de la corriente en otro grupo. Incluso es posible tener una corriente creciente en el grupo  $G(j)$  que reduce la totalidad de la corriente en todos los grupos  $G(i)$  con  $i < j$ ; la figura 6D ilustra de forma esquemática la disposición modular de un dispositivo de ese tipo.

20 En un sistema de LED de interés práctico, hay al menos 3 grupos de LED de 3 puntos de color mutuamente diferente que, de forma conveniente, pueden ser R, G, B, o hay al menos 4 grupos de LED de 4 puntos de color mutuamente diferentes que, de forma conveniente, pueden ser R, G, B, W. En una forma de realización preferida, es posible tener 3 o 4 ajustes de tensión diferentes, de forma respectiva, correspondiéndose cada uno de dichos ajustes con una situación en la que solo uno de los grupos se encuentra encendido mientras los otros 2 o 3 grupos, de forma respectiva, se encuentran apagados. En un caso de este tipo, es posible generar colores R, G, B y posiblemente W puros a voluntad, en función de una selección correcta de la tensión de salida de unidad de accionamiento.

30 La figura 7A ilustra una forma de realización de un sistema de LED 720 para una situación en la que la unidad de accionamiento 130 es capaz de proporcionar una tensión positiva y una negativa. El sistema de LED 720 comprende dos sistemas 620 de la figura 6A, que se distinguen de forma individual como 620A y 620B, que están conectados en antiparalelo entre los terminales de entrada 121, 122. Cuando la tensión en el primer terminal de entrada 121 es positiva con respecto al segundo terminal de entrada 122, solo el primer sistema 620A se encuentra operativo, y su funcionamiento es idéntico al funcionamiento del sistema de LED 620 tal como se ilustra en la figura 6B. Cuando la tensión en el primer terminal de entrada 121 es negativa con respecto al segundo terminal de entrada 122, solo el segundo sistema 620B se encuentra operativo y, de nuevo, su funcionamiento es idéntico al funcionamiento del sistema de LED 620 tal como se ilustra en la figura 6B. La figura 7B ilustra la salida de luz global como una función de  $V_i$ . L1 indica la salida de luz del grupo 451A. L2 indica la salida de luz del grupo 452A. L3 indica la salida de luz del grupo 451B. L4 indica la salida de luz del grupo 452B. Se puede ver que  
 35 para  $V_{T1} < V_i < V_{T2}$ , la salida de luz es L1 pura;  
 para  $V_i > V_x$ , la salida de luz es L2 pura;  
 para  $V_{T4} < V_i < V_{T3}$ , la salida de luz es L3 pura;  
 para  $V_i < V_y$ , la salida de luz es L4 pura;  
 Por lo tanto, este sistema de LED 720 es capaz de proporcionar, de forma selectiva, una luz que tiene los puntos de color R o G o B o W por medio de una selección adecuada de la tensión de salida de unidad de accionamiento.

50 La figura 8A ilustra una forma de realización de una unidad de accionamiento de LED 820 que se puede ver como una elaboración adicional de la forma de realización 470 de la figura 5A. El nodo entre el primer grupo de LED 451 y la primera resistencia 461 se indicará como primer nodo A, mientras que el nodo entre el primer grupo de LED 451 y la resistencia en serie común 471 se indicará como segundo nodo B. Mientras que el segundo grupo de LED 452 está conectado entre el primer terminal de entrada 121 y el segundo nodo B, esta forma de realización 820 comprende un tercer grupo de LED 453 que está conectado entre el primer nodo A y el segundo terminal de entrada 122. Adicionalmente, esta forma de realización comprende un cuarto grupo de LED 454 que están conectados en antiparalelo con respecto al primer grupo 451 entre el primer y el segundo nodo A y B, de forma respectiva.

55 El tercer grupo 453 puede tener una tercera tensión umbral  $V_{T3}$  igual a o más grande que la segunda tensión umbral  $V_{T2}$ . El cuarto grupo 454 tiene una cuarta tensión umbral  $V_{T4}$ . El tercer grupo tiene un tercer punto de color y el cuarto grupo tiene un cuarto punto de color.

60 Con referencia a la figura 8B, en la que se supone que  $V_{T2} = V_{T3}$ , el funcionamiento es tal como sigue. Se pueden distinguir cinco intervalos de tensión diferentes, I, II, III, IV y V.

En un primer intervalo de tensión I,  $V_i$  es más pequeña que  $V_{T1}$  y no fluirá corriente alguna.

65 En un segundo intervalo de tensión II,  $V_i$  es más grande que  $V_{T1}$ , y solo fluye corriente en la trayectoria que se forma por medio de la disposición en serie de la resistencia 461, los primeros LED 451 y la resistencia 471. Una

## ES 2 671 599 T3

caída de tensión igual a  $VT1$  se desarrollará a través de los primeros LED 451. La caída de tensión  $V461$  a través de la resistencia 461 será igual a

$$V461 = R461 \times (V_i - VT1) / (R461 + R471)$$

5

y la caída de tensión  $V471$  a través de la resistencia 471 será igual a

$$V471 = R471 \times (V_i - VT1) / (R461 + R471)$$

10 con  $R461$  y  $R471$  indicando la resistencia de las resistencias 461 y 471, de forma respectiva. En una forma de realización práctica,  $R461 = R471$ .

15 En un cuarto intervalo de tensión IV, solo fluye corriente en una segunda y una tercera trayectoria de corriente que se forma por medio de las disposiciones en serie del segundo grupo 452 y la resistencia 471 y las disposiciones en serie del tercer grupo 453 y la resistencia 461, de forma respectiva. No fluye corriente alguna en el primer grupo 451. La tensión  $VA$  en el primer nodo A será igual a  $VT3$ , y la tensión  $VB$  en el segundo nodo B será igual a  $V_i - VT2$ . Por lo tanto, la corriente en el segundo grupo 452 será igual a  $(V_i - VT2) / R471$ , y la corriente en el tercer grupo 453 será igual a  $(V_i - VT3) / R461$ .

20 En un tercer intervalo de tensión III entre el segundo y el cuarto intervalos, fluye corriente en la totalidad de dichas trayectorias, y el primer grupo 451, el segundo grupo 452 y el tercer grupo 453 se encuentran encendidos. La distribución de corriente precisa entre estas trayectorias variará con  $V_i$  y dependerá de los valores precisos de  $VT1$ ,  $VT2$ ,  $VT3$ ,  $R461$ ,  $R471$ . El límite inferior del tercer intervalo de tensión III se determina por medio de un nivel de tensión de entrada al que el flujo de corriente se vuelve posible en la segunda o la tercera trayectoria. Siempre que  
25 la caída de tensión entre el primer terminal de entrada 121 y el segundo nodo B, lo que se puede expresar como  $V461 + VT1$  o como  $V_i - V471$ , sea más pequeña que  $VT2$ , no fluirá corriente alguna en la segunda trayectoria. Comenzará a fluir corriente en la segunda trayectoria tan pronto como  $V_i$  se vuelva tal alta como  $VX2$ , con  $VX2 = VT1 + (VT2 - VT1) \times (R461 + R471) / R461$ . De forma similar, siempre que la caída de tensión entre el nodo A y el segundo terminal de entrada 122, lo que se puede expresar como  $V471 + VT1 = V_i - V461$ , sea más pequeña  
30 que  $VT3$ , no fluirá corriente alguna en la tercera trayectoria. Comenzará a fluir corriente en la tercera trayectoria tan pronto como  $V_i$  se vuelva tal alta como  $VX3$ , con

$$VX3 = VT1 + (VT3 - VT1) \times (R461 + R471) / R471.$$

35 El límite inferior del tercer intervalo de tensión III es el más bajo de  $VX2$  y  $VX3$ . En la figura 8B, se supone que  $VX2 = VX3$ .

40 El límite superior del tercer intervalo de tensión III se determina por medio de un nivel de tensión de entrada al que el flujo de corriente se vuelve imposible en la primera trayectoria. En el cuarto intervalo de tensión IV, la diferencia de tensión entre los dos nodos A y B se puede expresar como  $VT2 + VT3 - V_i$ . Si esta diferencia de tensión es menor que  $VT1$ , el primer grupo 451 no puede conducir corriente. Por lo tanto, el límite superior del tercer intervalo de tensión III es igual a  $VT3 + VT2 - VT1$ .

45 Mientras que, inicialmente, el nodo A es positivo con respecto al nodo B, de lo anterior se deduce que el nodo A es negativo con respecto al nodo B si  $V_i > VT2 + VT3$ . Si la diferencia de tensión negativa entre los nodos B y A se vuelve más grande que  $VT4$ , el cuarto grupo de LED 454 puede conducir corriente. Esto tiene lugar en un quinto intervalo V en el que  $V_i > VT1 + VT2 + VT3$ .

50 Los cuatro puntos de color pueden ser mutuamente diferentes. No obstante, en una forma de realización particular, el tercer grupo 453 tiene la misma tensión umbral que el segundo grupo 452 y también tiene el mismo punto de color, mientras que también las dos resistencias 461 y 471 tienen el mismo valor de resistencia. En ese caso, el segundo y el tercer grupos se accionan de una forma síncrona y producen el mismo color de salida de luz. En una forma de realización ventajosa, el primer grupo 451 tiene un punto de color rojo, el segundo y el tercer grupos 452 y 453 tienen un punto de color blanco, y el cuarto grupo 454 tiene un punto de color azul. Una forma de realización de  
55 ese tipo es particularmente útil como una lámpara de luz diurna.

60 Si la unidad de accionamiento 130 es capaz de proporcionar una tensión negativa, habrá un sexto intervalo operativo en el que solo fluye corriente en una cuarta trayectoria que se define por medio de la disposición en serie de la segunda resistencia 471, el cuarto grupo de LED 454 y la primera resistencia 461. La descripción puede ser la misma que para el segundo intervalo II, con el primer y el cuarto grupos 451 y 454 habiendo intercambiado sus lugares. Entonces, el dispositivo es capaz de generar tres colores puros mediante el establecimiento, de forma conveniente, de la tensión de entrada para el sistema de LED.

65 El sistema de LED 820 se puede hacer completamente simétrico mediante la adición de un quinto grupo de LED 455 (la curva L5 en la figura 8B) en antiparalelo con respecto al segundo grupo de LED 452 y un sexto grupo de LED 456 (la curva L6 en la figura 8B) en antiparalelo con respecto al tercer grupo de LED, tal como se ilustra en la figura 8A

en líneas de puntos. Los puntos de color de este quinto y este sexto grupos pueden ser mutuamente iguales. Adicionalmente, los puntos de color de este quinto y este sexto grupos pueden ser iguales a los puntos de color del segundo y el tercer grupos, pero los mismos también pueden ser diferentes para definir un cuarto color: en ese caso, habrá un séptimo intervalo operativo en el que la luz de salida solo contiene este quinto color, y el dispositivo es capaz de generar cuatro colores puros mediante el establecimiento, de forma conveniente, de la tensión de entrada para el sistema de LED.

En lo que antecede, se ha explicado que el dispositivo de la presente invención es capaz de generar diferentes colores puros. En lo sucesivo, se explicará cómo se puede generar cualquier mezcla de color deseable, siempre que su punto de color se encuentre dentro del triángulo o cuadrángulo que se define por medio de los tres o cuatro puntos de color de los diferentes colores puros. La figura 9 es una gráfica que ilustra de forma esquemática la tensión de salida de la unidad de accionamiento 130 (por lo tanto, la tensión de entrada  $V_i$ ) como una función del tiempo. El dispositivo de control 2 controla la unidad de accionamiento 130 de tal modo que la tensión de salida  $V_i$  se encuentra dentro del segundo intervalo operativo II desde el instante  $t_1$  al instante  $t_2$ , por lo tanto la salida de luz generada tendrá el primer punto de color. Desde el instante  $t_2$  al instante  $t_3$ , el dispositivo de control 2 controla la unidad de accionamiento 130 de tal modo que la tensión de salida  $V_i$  se encuentra dentro del cuarto intervalo operativo IV, por lo tanto la salida de luz generada tendrá el segundo / tercer punto de color. Desde el instante  $t_3$  al instante  $t_4$ , el dispositivo de control 2 controla la unidad de accionamiento 130 de tal modo que la tensión de salida  $V_i$  se encuentra dentro del sexto intervalo operativo VI, por lo tanto la salida de luz generada tendrá el punto de color de los cuartos LED 454. Desde el instante  $t_4$  al instante  $t_5$ , el dispositivo de control 2 controla la unidad de accionamiento 130 de tal modo que la tensión de salida  $V_i$  se encuentra dentro del séptimo intervalo operativo VII, por lo tanto la salida de luz generada tendrá el cuarto punto de color de los quintos / sextos LED 455, 456. Entonces, el dispositivo de control 2 puede repetir esta secuencia. El intervalo de tiempo de  $t_1$  a  $t_5$  se indicará como periodo de color T. Cuando este periodo de color T es lo bastante corto, el ojo humano no percibirá una secuencia de cuatro colores diferentes sino más bien un color de mezcla; el punto de color preciso de este color de mezcla dependerá de las duraciones precisas de los cuatro intervalos de tiempo y de los valores de tensión precisos dentro de los cuatro intervalos de tiempo, tal como debería ser evidente a un experto en la materia.

La figura 9A ilustra que la tensión de salida  $V_i$  de la unidad de accionamiento se mantiene constante durante dichos intervalos de tiempo, pero eso no es necesario. Ni siquiera es necesario que la tensión de salida  $V_i$  se controle de forma escalonada: por ejemplo, es posible que la tensión de salida  $V_i$  se controle para tener una forma de onda tal como un diente de sierra o un seno.

Se hace notar que también es posible generar mezclas de color al operar en el tercer y / o el quinto intervalo operativo, y lo mismo es de aplicación a los intervalos operativos correspondientes con una polaridad invertida.

Con respecto al funcionamiento de la figura 9A, hay algunas limitaciones. Con el fin de hacer el control más sencillo, y para hacer posible una regulación de luz, la figura 9B muestra una variación, en donde la tensión tiene, en cada uno de los intervalos de tiempo, el valor que se ha analizado en lo que antecede para una primera cantidad de tiempo, y es cero para la cantidad de tiempo restante. Al variar el ciclo de servicio de la tensión en este intervalo de tiempo, la intensidad promedio de la salida de luz correspondiente se puede controlar entre cero y un máximo.

Por lo tanto, la presente invención logra la provisión de un sistema de iluminación que comprende un sistema de LED y una única unidad de accionamiento para accionar este sistema de LED, con una conexión bifilar entre la unidad de accionamiento y el sistema de LED, sistema de iluminación que es capaz de generar todos los colores dentro del triángulo de color RGB, o cualquier otro triángulo de color.

A pesar de que la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y la descripción anterior, debería ser evidente a un experto en la materia que tales ilustración y descripción se han de considerar ilustrativas o a modo de ejemplo y no restrictivas. La invención no se limita a las formas de realización divulgadas; en su lugar, son posibles varias variaciones y modificaciones dentro del alcance de protección de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, cuando la unidad de accionamiento es una fuente de corriente, la corriente de salida de la unidad de accionamiento se puede usar como un parámetro de control que conduce a una cierta distribución de corriente previamente determinada y, por lo tanto, a un cierto color de salida previamente determinado.

Otras variaciones a las formas de realización divulgadas pueden ser entendidas y efectuadas por los expertos en la materia al poner en práctica la invención reivindicada a partir de un estudio de los dibujos, la divulgación y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la expresión "comprendiendo / que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. Un único procesador u otra unidad puede cumplir las funciones de varios elementos que se enuncian en las reivindicaciones. El mero hecho de que determinadas medidas se enuncien en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que no se pueda aprovechar una combinación de estas medidas. Ninguno de los símbolos de referencia en las reivindicaciones se debería interpretar como limitante del alcance de las mismas.

5 En lo que antecede, la presente invención se ha explicado con referencia a los diagramas de bloques, que ilustran bloques funcionales del dispositivo de acuerdo con la presente invención. Se ha de entender que uno o más de estos bloques funcionales se pueden implementar en soporte físico, en donde la función de un bloque o bloques funcionales (de ese tipo) es realizada por componentes de soporte físico individuales, pero también es posible que uno o más de estos bloques funcionales se implementen en soporte lógico, de tal modo que la función de un bloque o bloques funcionales (de este tipo) sea realizada por una o más líneas de programa de un programa informático o un dispositivo programable tal como un microprocesador, un microcontrolador, un procesador de señales digitales, etc.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de iluminación (100) que comprende:

5 un sistema (120) de diodos emisores de luz (LED) que comprende más de dos grupos de LED (21, 22, 23, 24; L1, L2, L3, L4, 451A, 451B, 452A, 452B) y unos medios de distribución de corriente (140), en el que cada grupo de LED incluye uno o más LED individuales, teniendo el sistema de LED (120) dos terminales de entrada (121, 122), en el que cada uno de los grupos de LED está configurado con un punto de color de grupo diferente y una tensión umbral de grupo diferente;

10 una única unidad de accionamiento controlable (130) para proporcionar una alimentación de trabajo al sistema de LED (120), teniendo la unidad de accionamiento dos terminales de salida (131, 132) que están acoplados con los dos terminales de entrada (121, 122) del sistema de LED (120), de forma respectiva;

un dispositivo de control (2) para controlar la unidad de accionamiento (130);

15 en el que el dispositivo de control (2) está diseñado para controlar la tensión de salida de CC de unidad de accionamiento (Vi);

y en el que los medios de distribución de corriente (140) son sensibles a la tensión de entrada (Vi) en los terminales de entrada (121, 122) del sistema de LED (120) para extraer corriente de la unidad de accionamiento (130) y distribuir la corriente entre los diferentes grupos de LED dependiendo del nivel de tensión de entrada (Vi).

20 2. Sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los medios de distribución de corriente (140) están diseñados para determinar una corriente de grupo de LED para cada grupo de LED dependiendo del nivel de tensión de entrada (Vi), para dotar a cada grupo de LED de la corriente de grupo de LED correspondiente, y para extraer de la unidad de accionamiento la suma de todas las corrientes de grupo de LED.

25 3. Sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que hay al menos un intervalo de tensiones de entrada en el que solo la corriente en un grupo de LED es distinta de cero, y en el que hay al menos un segundo intervalo de tensiones de entrada en el que solo la corriente en otro grupo de LED es distinta de cero.

30 4. Sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los medios de distribución de corriente (140) se implementan mediante una configuración de soporte físico del sistema de LED.

5. Sistema de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los grupos de LED (L1, L2, L3, L4, 451A, 451B, 452A, 452B) están conectados en paralelo con respecto a los terminales de entrada de sistema de LED (121, 122), en el que la tensión umbral de grupo (VT1) de un primer grupo de LED (451A, 451B) es más pequeña que la tensión umbral de grupo (VT2) de un grupo de LED siguiente (452A, 452B), y en el que el punto de color de grupo del primer grupo de LED (451A, 451B) difiere del punto de color de grupo del grupo de LED siguiente (452A, 452 B), y en el que el primer grupo de LED (451A, 451B) está conectado en serie con una primera impedancia (461A), preferiblemente una resistencia, y en el que preferiblemente un valor de impedancia en serie (R2, 462A) para el grupo de LED siguiente (452A) es más pequeño que el valor de impedancia (R1) de la primera impedancia (461A).

35

40

6. Sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la disposición en paralelo de dichos grupos de LED (451; 452, 453, 454) está conectada en serie con una resistencia común (461, 471).

45 7. Sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende adicionalmente:

un sensor de corriente que está asociado con el grupo de LED siguiente para detectar la corriente en el grupo de LED siguiente;

50 unos medios de supresión de corriente que tienen una entrada que está acoplada para recibir una señal de salida a partir del sensor de corriente;

en el que los medios de supresión de corriente están diseñados para suprimir, de forma progresiva, la corriente en el primer grupo de LED a medida que aumenta la magnitud de la corriente en el grupo de LED siguiente.

8. Sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de accionamiento (130) es capaz de proporcionar una tensión positiva y una negativa, y en el que el sistema comprende un primer sistema de LED (620A) sensible a una tensión de unidad de accionamiento positiva y un segundo sistema de LED (620B) sensible a una tensión de unidad de accionamiento negativa.

55

9. Sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los dos sistemas de LED (620A, 620B) son mutuamente idénticos y están conectados en antiparalelo uno con respecto a otro.

60

10. Sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los puntos de color de los LED del segundo sistema de LED (620B) difieren de los puntos de color de los LED del primer sistema de LED (620A).

65

11. Sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema de LED (820) comprende:

una disposición en serie de una primera resistencia (461), un primer grupo de LED (451) y una segunda resistencia (471) que está conectada entre su primer y su segundo terminales de entrada (121, 122), con un primer nodo (A) entre la primera resistencia (461) y el primer grupo de LED (451) y un segundo nodo (B) entre el primer grupo de LED (451) y la segunda resistencia (471), en el que el primer grupo de LED (451) tiene una primera tensión umbral de grupo (VT1) y un primer punto de color de grupo;

un segundo grupo de LED (452) que está conectado entre el primer terminal de entrada (121) y el segundo nodo (B), en paralelo con respecto al primer grupo de LED (451), en el que el segundo grupo de LED (452) tiene una segunda tensión umbral de grupo (VT2) y un segundo punto de color de grupo;

un tercer grupo de LED (453) que está conectado entre el primer nodo (A) y el segundo terminal de entrada (122), en paralelo con respecto al primer grupo de LED (451), en el que el tercer grupo de LED (453) tiene una tercera tensión umbral de grupo (VT3) y un tercer punto de color de grupo;

un cuarto grupo de LED (454) que está conectado entre el primer nodo (A) y el segundo nodo (B), en antiparalelo con respecto al primer grupo de LED (451), en el que el cuarto grupo de LED (454) tiene una cuarta tensión umbral de grupo (VT4) y un cuarto punto de color de grupo;

en el que la segunda tensión umbral de grupo (VT2) es más alta que la primera tensión umbral de grupo (VT1);

en el que la tercera tensión umbral de grupo (VT3) es más alta que la primera tensión umbral de grupo (VT1) y preferiblemente igual a la segunda tensión umbral de grupo (VT2);

en el que el segundo punto de color de grupo difiere del primer punto de color de grupo;

en el que el tercer punto de color de grupo difiere del primer punto de color de grupo y es preferiblemente igual al segundo punto de color de grupo;

en el que el cuarto punto de color de grupo difiere del primer punto de color de grupo y del segundo punto de color de grupo.

12. Sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la unidad de accionamiento (130) es capaz de proporcionar una tensión positiva y una negativa, y en el que el sistema de LED (820) comprende adicionalmente:

un quinto grupo de LED (455) que está conectado entre el primer terminal de entrada (121) y el segundo nodo (B), en antiparalelo con respecto al segundo grupo de LED (452), en el que el quinto grupo de LED (455) tiene una quinta tensión umbral de grupo (VT5) y un quinto punto de color de grupo;

un sexto grupo de LED (456) que está conectado entre el primer nodo (A) y el segundo terminal de entrada (122), en antiparalelo con respecto al tercer grupo de LED (453), en el que el sexto grupo de LED (456) tiene una sexta tensión umbral de grupo (VT6) y un sexto punto de color de grupo;

en el que la sexta tensión umbral de grupo (VT6) es más alta que la cuarta tensión umbral de grupo (VT4);

en el que el sexto punto de color de grupo difiere del cuarto punto de color de grupo;

en el que el quinto punto de color de grupo difiere del cuarto punto de color de grupo y es preferiblemente igual al sexto punto de color de grupo.

13. Sistema de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que el dispositivo de control (2) está diseñado para cambiar con regularidad la tensión de salida de la unidad de accionamiento (130) de tal modo que, como promedio, la salida de luz del sistema tiene un punto de color deseado tal como se define por medio de una señal de entrada (Sui) que es recibida por el dispositivo de control.

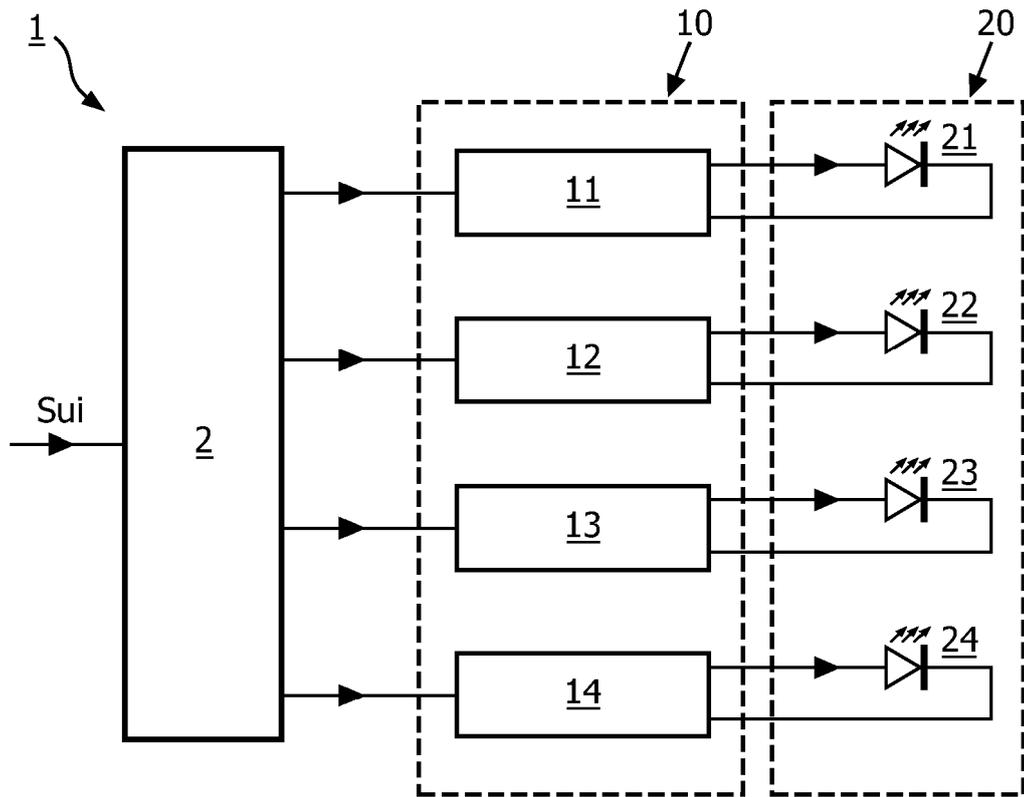


FIG. 1

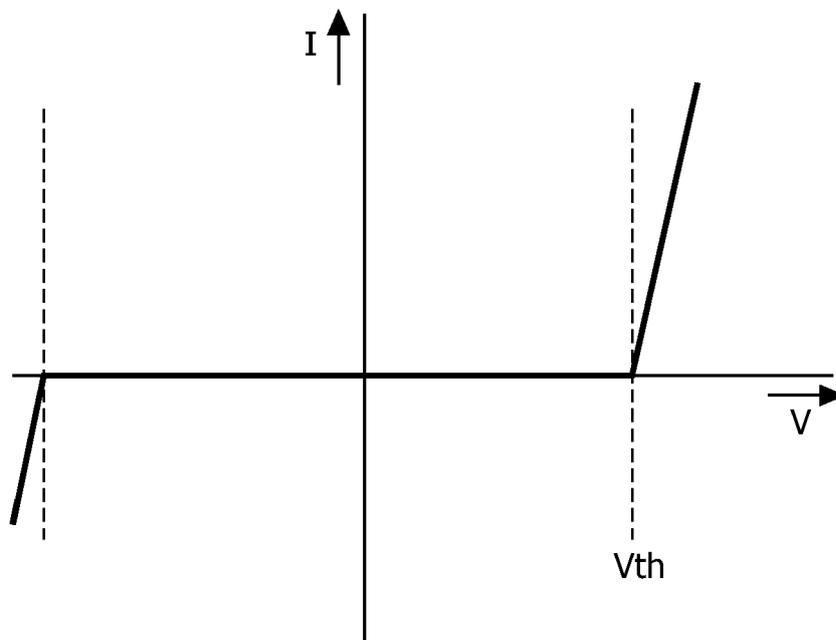


FIG. 2

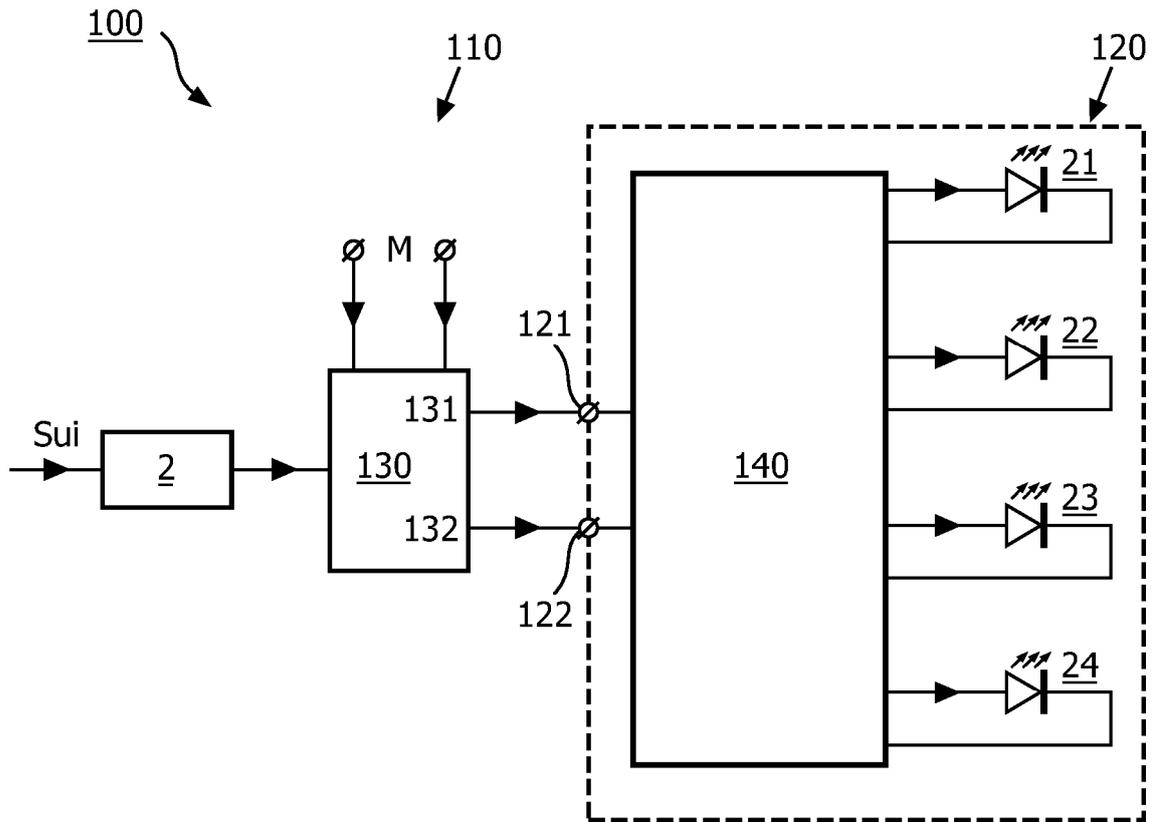


FIG. 3

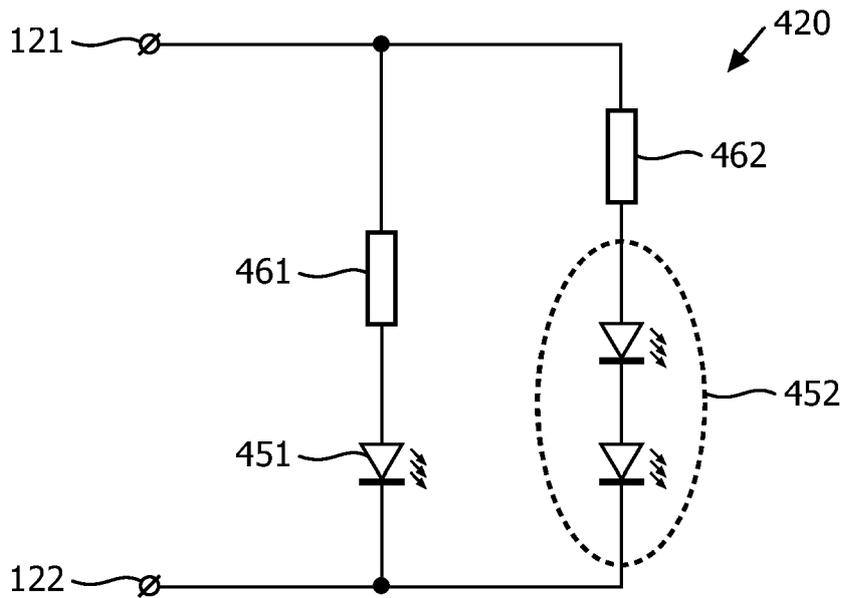


FIG. 4A

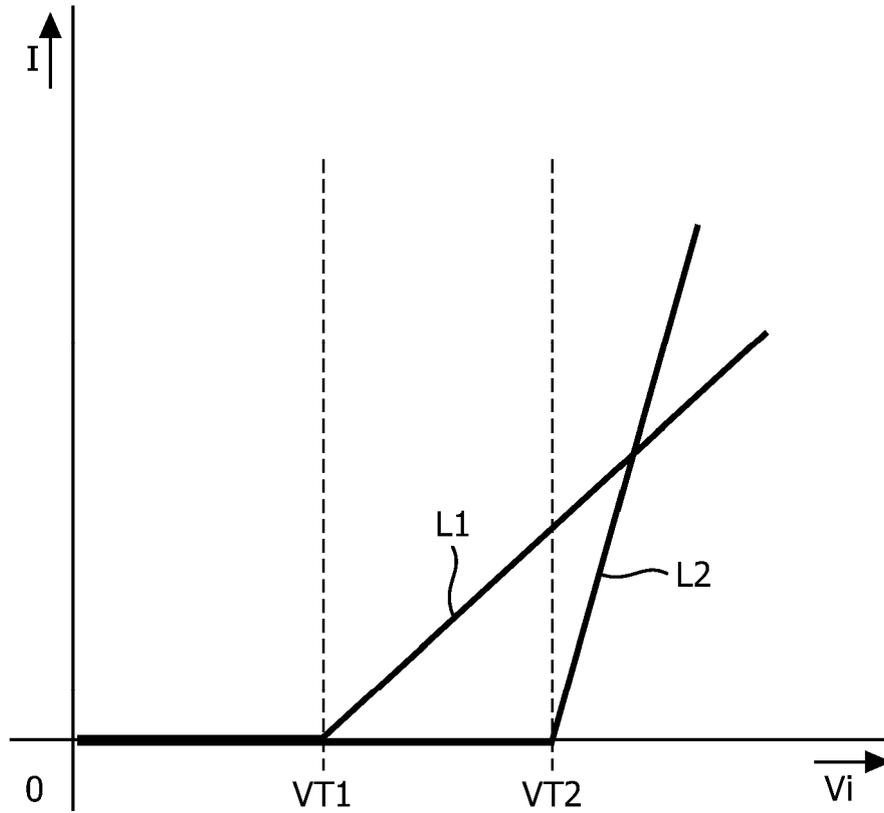


FIG. 4B

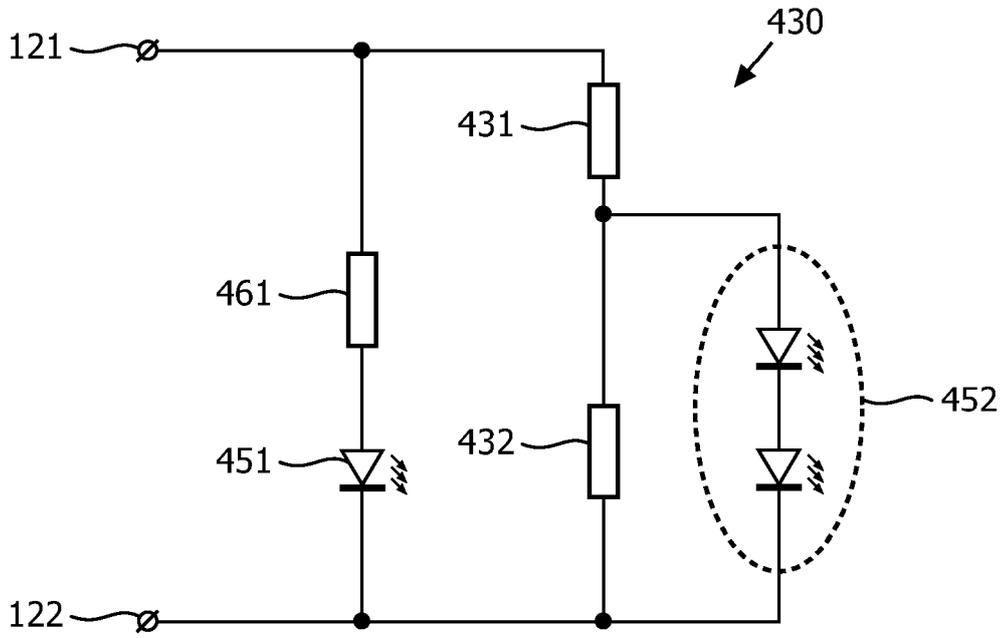


FIG. 4C

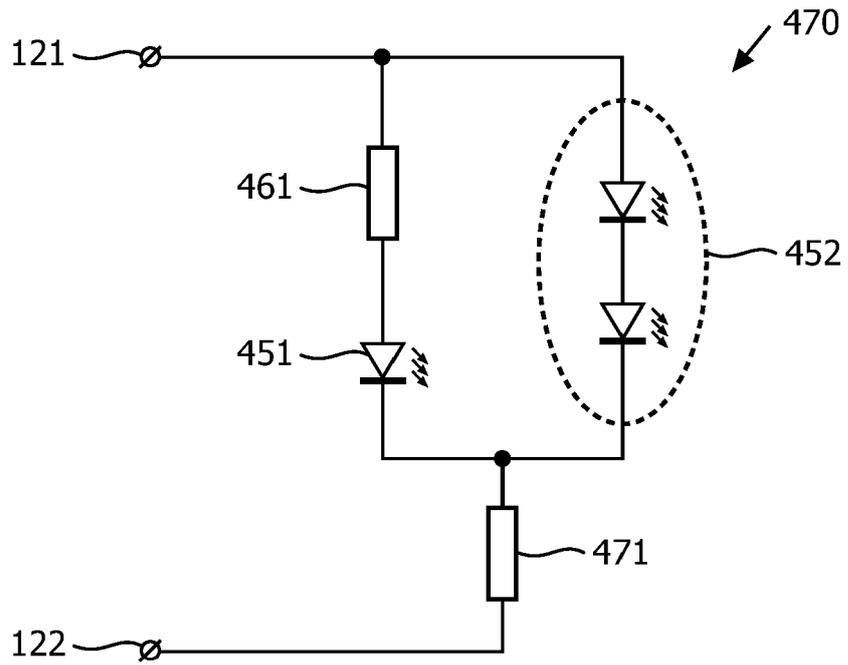


FIG. 5A

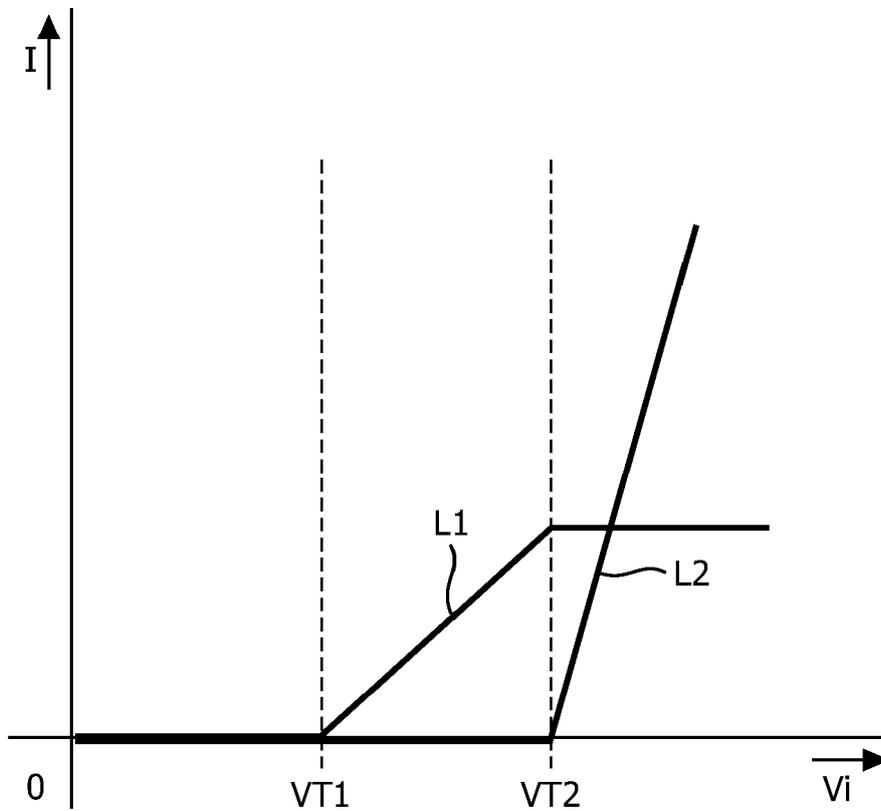


FIG. 5B

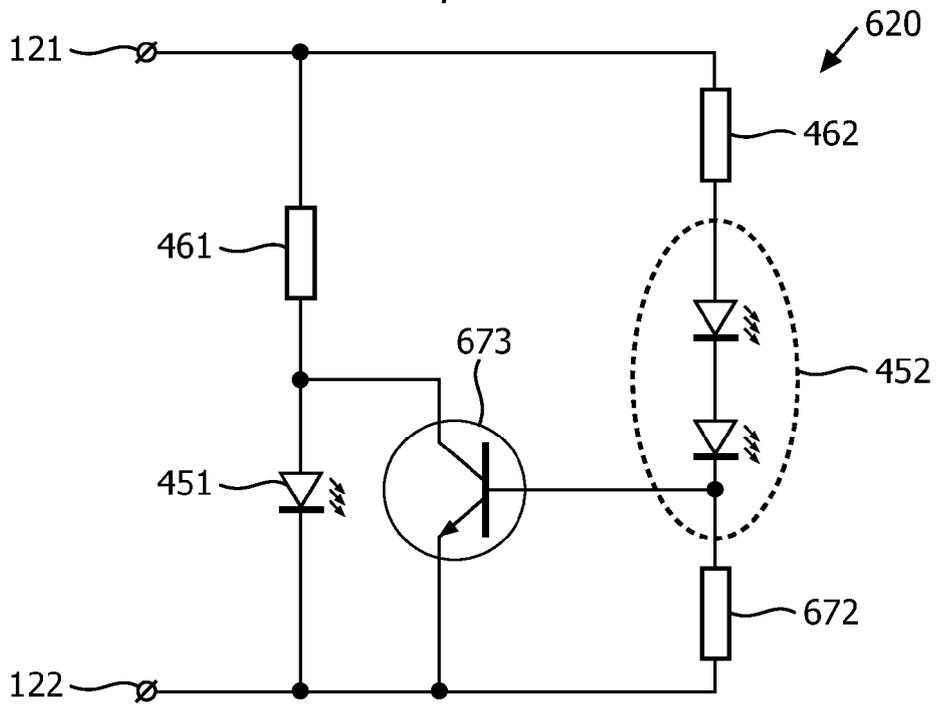


FIG. 6A

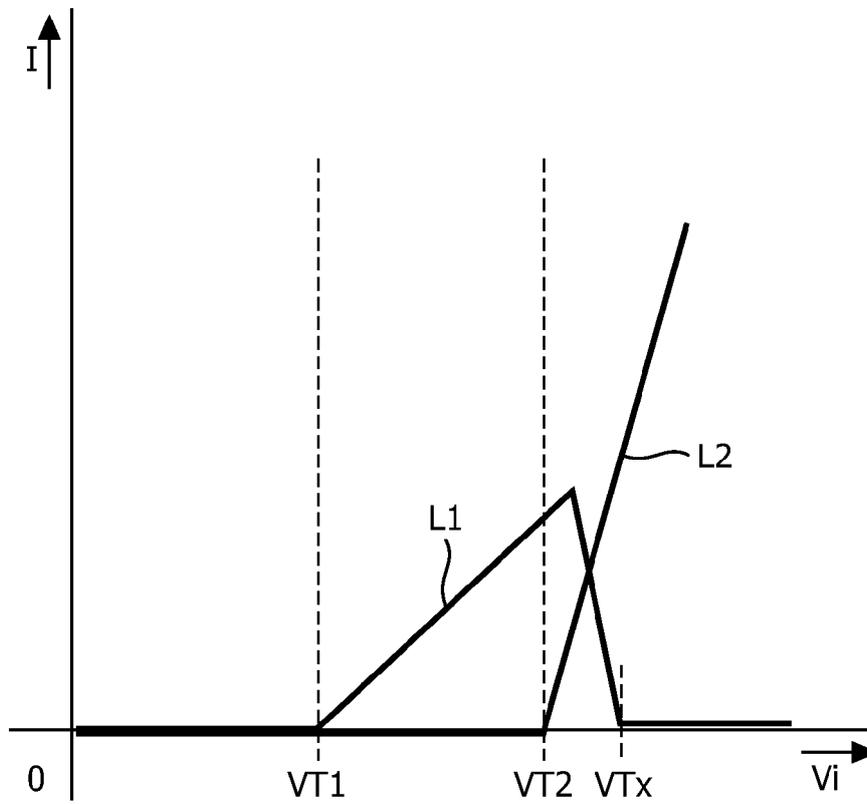


FIG. 6B

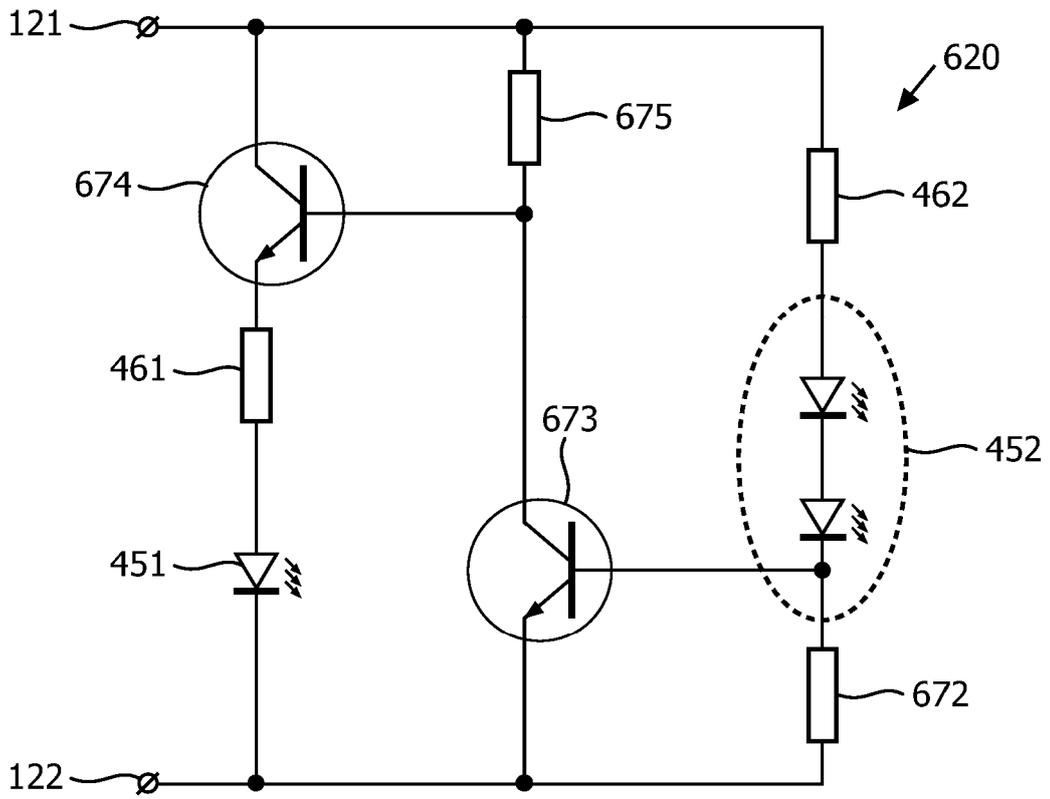


FIG. 6C

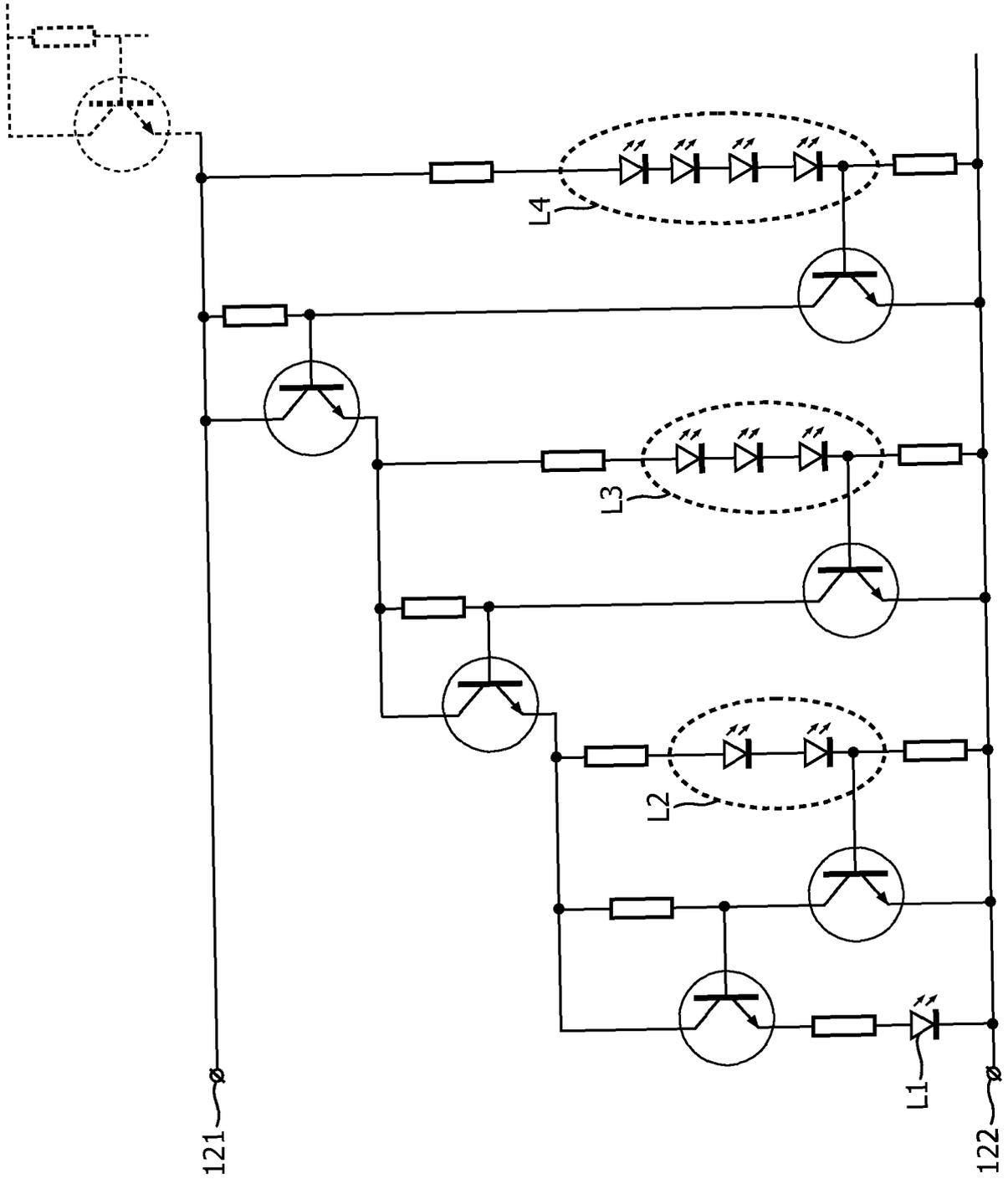


FIG. 6D

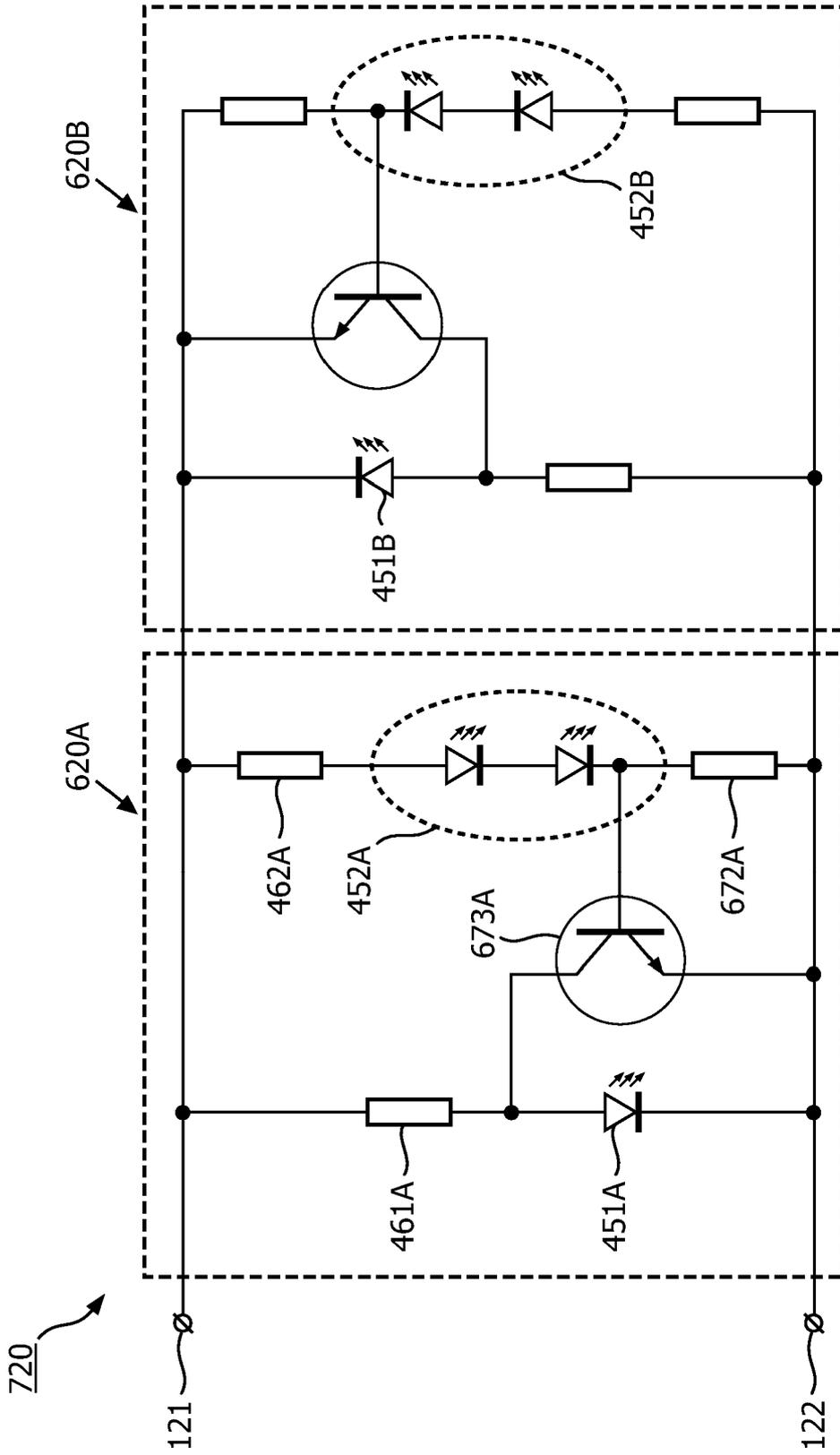


FIG. 7A

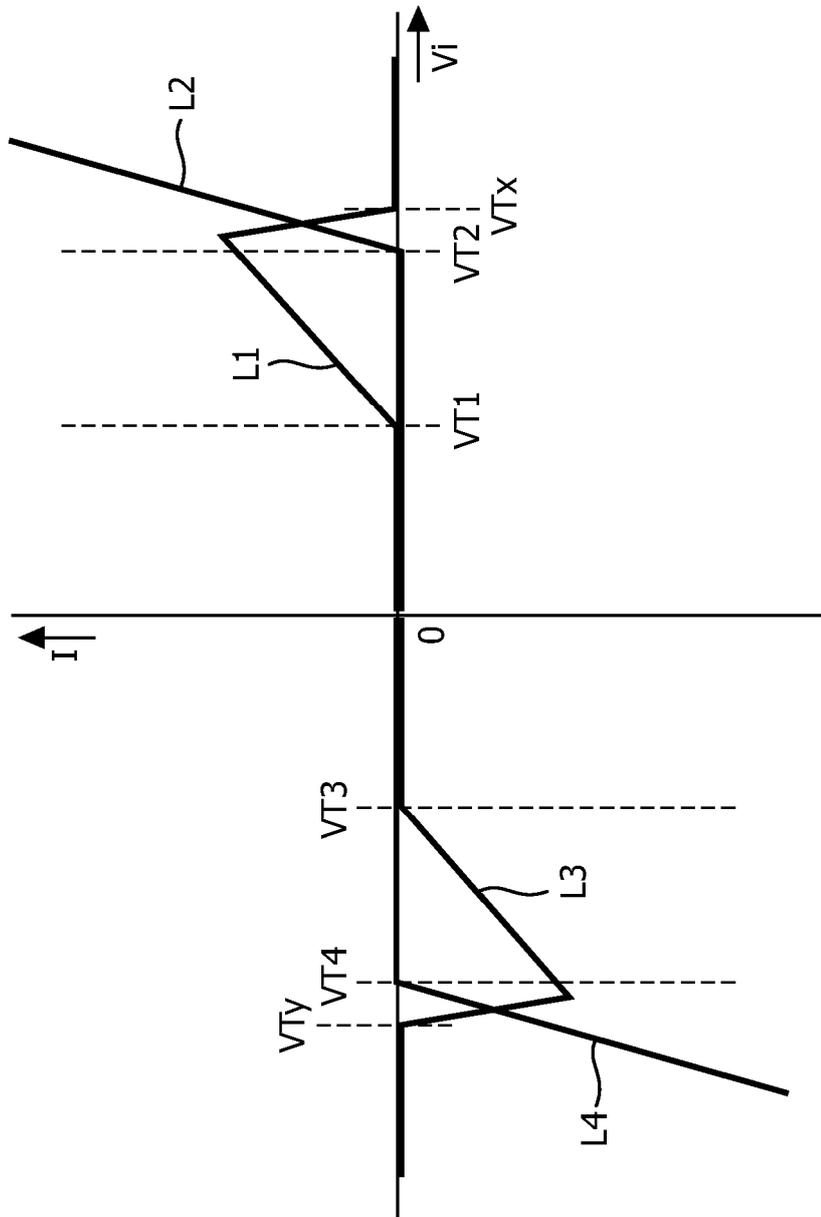


FIG. 7B

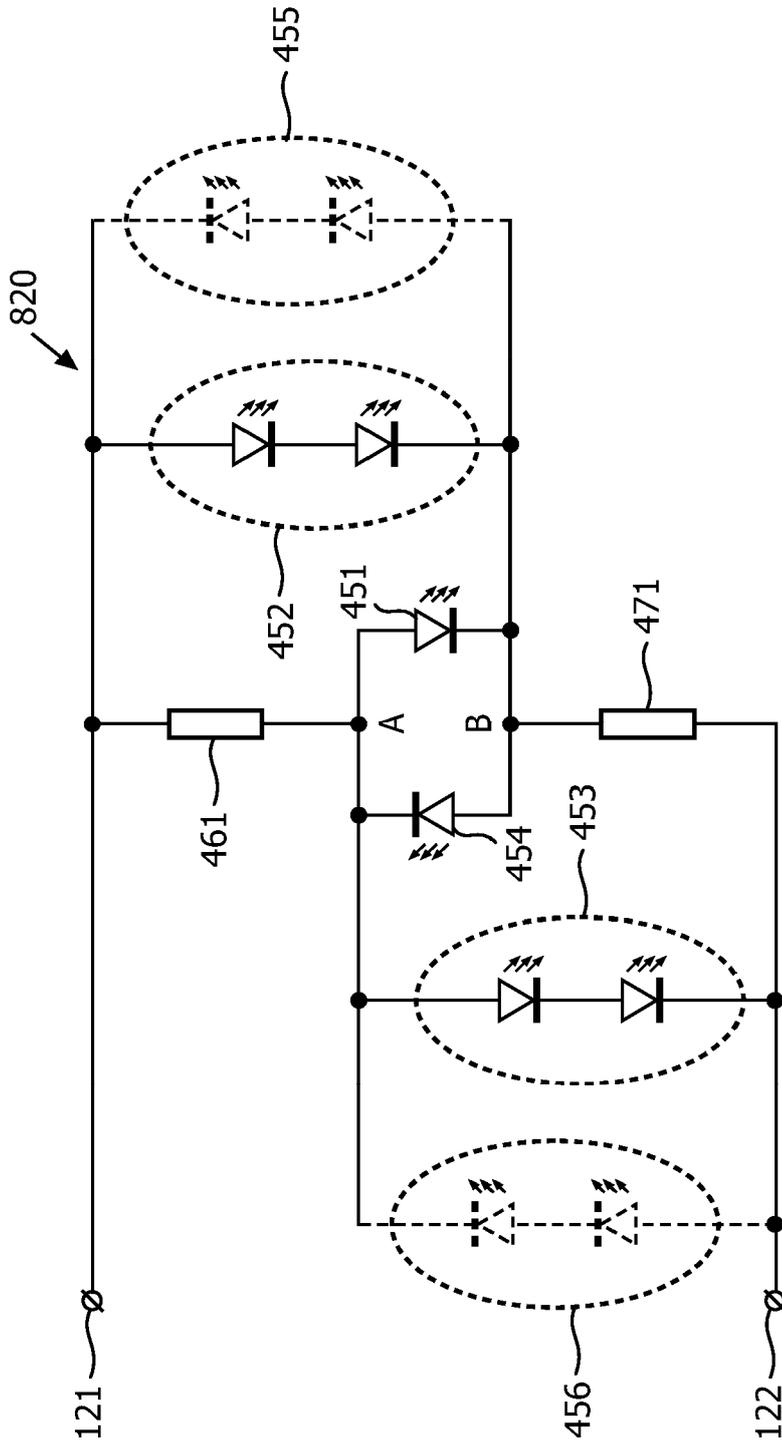


FIG. 8A

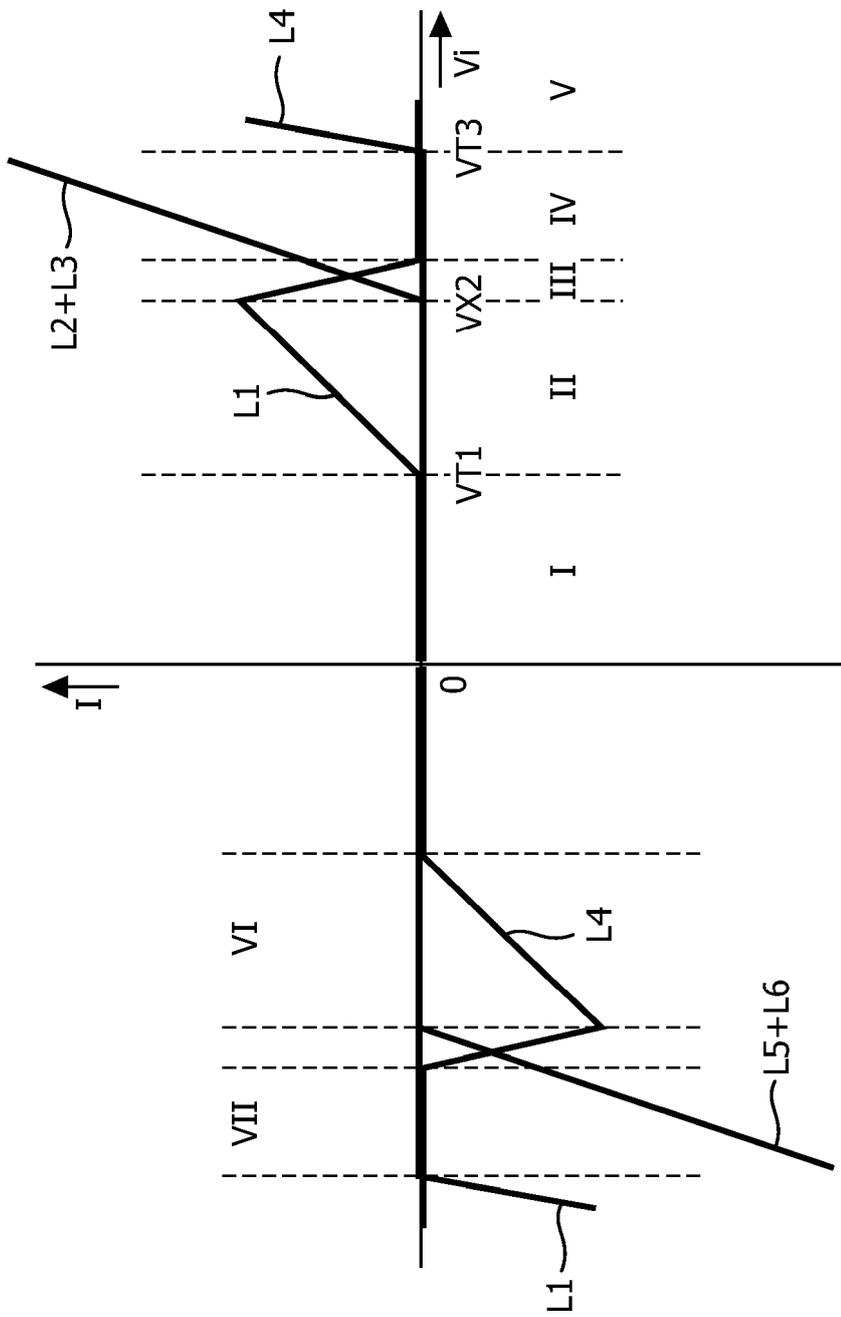


FIG. 8B

