

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 959 197**

51 Int. Cl.:

H05B 45/10 (2010.01)

H05B 45/46 (2010.01)

H05B 45/347 (2010.01)

H05B 45/395 (2010.01)

B60Q 1/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.12.2017** **E 17210912 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2023** **EP 3344012**

54 Título: **Circuito de accionamiento de fuentes luminosas, en particular para un faro de vehículo**

30 Prioridad:

29.12.2016 IT 201600132337

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

21.02.2024

73 Titular/es:

MARELLI AUTOMOTIVE LIGHTING ITALY S.P.A.
(100.0%)

Via Cavallo, 18
10078 Venaria Reale (TO), IT

72 Inventor/es:

RUSSO, GERARDO;
MANFREDA, GIULIO y
IELLINA, MATTEO

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 959 197 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

Circuito de accionamiento de fuentes luminosas, en particular para un faro de vehículo

5 La presente invención se refiere a un circuito de control de fuentes luminosas, en particular para un faro de
 10 automóvil. Más concretamente, la invención se refiere a un control electrónico adaptativo para una o varias
 fuentes luminosas que pueden sufrir grandes variaciones de su tensión de activación (Vforward), tales como
 OLED o LED. Tales variaciones de la tensión de activación se deben, por ejemplo, a un cambio de temperatura,
 a una selección de tensión o a una selección de flujo.

10 Sin embargo, la invención puede aplicarse de forma más general cuando existe la necesidad de controlar una
 tensión de alimentación en función de las variaciones de las caídas de tensión en la rama que comprende la
 fuente luminosa que debe alimentarse. Dichas caídas de tensión variables a compensar se deben normalmente a
 15 la tensión de activación en los terminales de la fuente luminosa, como se ha mencionado anteriormente, pero
 también pueden deberse a caídas de tensión en otros dispositivos conectados en la rama de iluminación.

20 Convencionalmente, un circuito de control adaptativo se encarga de suministrar una tensión de alimentación a
 través de una fuente de alimentación 1 según el esquema de circuitos de la figura 1. Un controlador de corriente
 2 está conectado en serie a la fuente luminosa 3 para mantener la corriente de accionamiento de la fuente
 luminosa en un valor predeterminado.

25 Normalmente, las fuentes de alimentación tienen un circuito de realimentación, por ejemplo implementado con un
 divisor de tensión 4 y un amplificador operacional que compara una partición de la tensión de salida Vout con
 una tensión de referencia interna, con el fin de mantener constante la tensión de salida.

30 En un circuito convencional del tipo descrito en la figura 1, una variación de la tensión de activación Vforward de
 la fuente luminosa 3 tiene como consecuencia una variación de la caída de tensión Vreg en el controlador de
 corriente 2. En algunos casos, una disminución de la caída de tensión en los terminales de la fuente luminosa
 puede provocar un gran aumento de la tensión en el controlador de corriente, con el resultado de que la potencia
 absorbida por el regulador o en general por el sistema debe utilizarse de alguna manera. Por ejemplo, el
 controlador de corriente o la tarjeta electrónica deberán sobredimensionarse desde el punto de vista térmico. Un
 35 circuito de accionamiento para fuentes luminosas según el preámbulo de la reivindicación 1 se da a conocer en
 los documentos US 2016/302270 y US 2010/327835 A1. El documento US 2006/108933 A1 da a conocer un
 aparato de accionamiento para LED que incluye un convertidor de CC a CC, un primer circuito de corriente
 constante, un segundo circuito de corriente constante y un circuito de realimentación. El convertidor CC-CC
 genera una tensión de corriente continua en función de una tensión de realimentación. El documento US
 2010/134040 A1 da a conocer una fuente de alimentación que proporciona una tensión de salida para accionar
 una pluralidad de cadenas de diodos emisores de luz (LED). Un controlador de realimentación monitoriza las
 40 tensiones de cola de las cadenas de LED para identificar la tensión de cola mínima y ajusta la tensión de salida
 en función de una relación entre la tensión de cola mínima y una tensión de referencia. El documento
 internacional WO 2013/076685 A1 da a conocer un circuito de accionamiento de LED que comprende medios de
 circuito de accionamiento de conmutación adecuados para generar una tensión de accionamiento que depende
 de manera sustancialmente lineal de la tensión de alimentación. El documento EP 3 258 745 A1 da a conocer un
 45 circuito de estabilización de tensión de entrada para una pluralidad de diodos emisores de luz orgánicos (OLED)
 en un faro combinado trasero de un vehículo en el que una unidad de condensador conectada entre un nodo de
 realimentación y tierra elimina la ondulación o el ruido aplicado al nodo de realimentación. El documento US
 2007/273681 A1 da a conocer un circuito para suministrar alimentación a una o más conjuntos de LED utilizando
 un circuito selector de realimentación que comprende uno o más diodos para combinar las señales de
 50 realimentación recibidas desde el uno o más conjuntos de LED para dar una única señal de realimentación y
 utilizando un condensador que actúa como detector de mínimos para retener el valor más bajo de la señal de
 realimentación y proporcionarlo a un controlador.

55 El objeto de la presente invención es proponer un circuito de control de fuentes luminosas, por ejemplo del tipo
 LED u OLED, capaz de ajustar el valor de la tensión de alimentación a las variaciones de la caída de tensión en
 las fuentes luminosas y que, en comparación con las soluciones de la técnica anterior anteriormente
 mencionadas, requiere un número limitado de componentes elementales, es más fiable y rentable.

60 En otras palabras, el objeto de la invención es mantener la caída de tensión en el controlador de corriente en un
 valor óptimo predeterminado ante la variación de la caída de tensión en las fuentes luminosas.

Dicho objeto se consigue con un circuito de control según la reivindicación 1 y con un faro de vehículo según la
 reivindicación 11. Las reivindicaciones dependientes describen realizaciones preferidas de la invención.

65 La solicitud da a conocer que el circuito de control comprende una fuente de alimentación de tensión ajustable,
 es decir, que tiene un terminal de regulación accesible para ajustar el valor de la tensión de alimentación en el
 terminal de salida de fuente de alimentación, al menos una rama de iluminación alimentada por la tensión de

alimentación de salida, comprendiendo dicha rama de iluminación al menos una fuente luminosa, un dispositivo de control de corriente, tal como un controlador de corriente, conectado en serie con una rama de iluminación respectiva y adaptado para ajustar la corriente de accionamiento que circula en dicha rama de iluminación, y una red de realimentación no lineal que suministra una señal de ajuste al terminal de ajuste.

5

La red de realimentación no lineal tiene una función de transferencia que varía en función de la caída de tensión en los terminales del dispositivo de control de corriente y que está adaptada para modificar el valor de la tensión de alimentación de salida para llevar la caída de tensión en los terminales del dispositivo de control de corriente a un valor predeterminado con al menos dos dinámicas diferentes, dependiendo de si dicha caída de tensión en los terminales del dispositivo de regulación de corriente es mayor o menor que dicho valor predeterminado.

10

Por ejemplo, la función de transferencia tiene una dinámica rápida en caso de disminución de la caída de tensión en los terminales del dispositivo de regulación de corriente por debajo del valor predeterminado, y una dinámica lenta en caso de aumento de la caída de tensión en los terminales del dispositivo de regulación de corriente por encima de dicho valor predeterminado. En particular, la dinámica lenta se selecciona de manera que una modulación de encendido-apagado de la corriente del dispositivo de regulación de corriente, por ejemplo para un modo de alimentación PWM de la rama de iluminación, no se controle por la red de realimentación no lineal. En cambio, la dinámica rápida se selecciona para adaptar rápidamente el nivel de la tensión de alimentación de salida a valores superiores, para activar con el menor retardo posible una rama de iluminación que requiera una mayor caída de tensión en sus terminales para permitir la alimentación de la fuente luminosa.

15

20

De ahí la necesidad de disponer de una función de transferencia de la red de realimentación no lineal con al menos dos dinámicas diferentes.

25

Según una primera alternativa de la invención reivindicada, el terminal de regulación actúa sobre un bucle de control de realimentación interno de la fuente de alimentación de tensión ajustable.

30

Según una segunda alternativa de la invención reivindicada, el terminal de regulación actúa sobre una red de ajuste de tensión de referencia que define el valor de una tensión de referencia interna de la fuente de alimentación de tensión ajustable.

35

La red de realimentación no lineal comprende un circuito selector de realimentación.

40

Según la invención, este circuito selector de realimentación tiene un nodo de control conectado operativamente al terminal de regulación, una rama superior que conecta el nodo de control al terminal de salida de la fuente de alimentación ajustable mediante una impedancia de realimentación, por ejemplo realizada con un elemento resistivo, una rama inferior que conecta el nodo de control a tierra mediante un condensador, y al menos una rama intermedia que conecta el nodo de control a un dispositivo de regulación de corriente respectivo mediante un diodo respectivo. De esta forma, cuando la tensión en los terminales del dispositivo de regulación de corriente cae por debajo de un valor de tensión dado por la diferencia entre la tensión del nodo de control y la tensión de avance en los terminales del diodo, el condensador se descargará rápidamente a través del diodo y del dispositivo de regulación de corriente. De este modo, el valor de la tensión del nodo de control varía rápidamente y, por tanto, el valor de la tensión de alimentación de salida también varía rápidamente. Por ejemplo, el tiempo de descarga del condensador es del orden de microsegundos.

45

Cuando, por el contrario, la tensión en los terminales del dispositivo de regulación de corriente supera el valor de tensión dado por la diferencia entre la tensión del nodo de control y la tensión de avance en los terminales del diodo, el diodo pasa a un estado de alta impedancia, permitiendo que el condensador se cargue a través del elemento resistivo. En este caso, la dinámica de la función de transferencia de red de realimentación no lineal viene dada por la constante de tiempo RC, en donde R es el valor de impedancia de realimentación y C es la capacitancia del condensador. Por ejemplo, los valores de R y C pueden seleccionarse de forma que se aplique una constante de tiempo RC lenta, por ejemplo del orden de unos segundos. De este modo, el valor de la tensión del nodo de control varía en función de dicha constante de tiempo lenta, y con ella el valor de la tensión de alimentación de salida.

50

55

En un ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada, la red de realimentación no lineal comprende un circuito selector de realimentación con componentes activos, que comprende un transistor de efecto de campo, tal como P-MOS (aunque puede utilizarse de manera equivalente un transistor bipolar) que tiene el terminal de puerta conectado al terminal de salida de la fuente de alimentación ajustable por medio de un elemento resistivo y conectado al dispositivo de control de corriente, el terminal fuente conectado operativamente al terminal de control y el terminal de drenaje conectado a tierra por medio de una resistencia. La red de realimentación comprende además un condensador conectado entre el terminal fuente y el terminal de drenaje, y un amplificador operacional que tiene el terminal de entrada inversor conectado al terminal de drenaje, el terminal de entrada no inversor a una tensión de referencia, y el terminal de salida conectado al terminal fuente. De este modo, cuando la tensión en los terminales del dispositivo de control de corriente cae por debajo del valor de tensión dado, con buena aproximación, por la diferencia entre la tensión del terminal fuente y la tensión umbral

60

65

puerta-fuente del conmutador P-MOS, la resistencia de canal de P-MOS se reduce rápidamente para descargar rápidamente el condensador colocado entre la fuente y el drenaje. De este modo, la salida del amplificador operacional, y luego el valor de tensión de nodo de control, varían rápidamente. Debido a la acción de la señal de control, el valor de la tensión de alimentación de salida también aumenta rápidamente.

5

Cuando la tensión en los terminales del dispositivo de regulación de corriente supera el valor de tensión dado por la diferencia entre la tensión del terminal fuente y la tensión umbral puerta-fuente de P-MOS, P-MOS se corta y la salida del amplificador operacional, y por tanto el valor de la tensión del nodo de control, varía según la constante de tiempo RC dada por la resistencia conectada entre el terminal inversor del amplificador y tierra, y por el condensador colocado entre drenaje y fuente. Debido a la acción de la señal de control, el valor de la tensión de alimentación de salida también disminuye según dicha dinámica.

10

En un ejemplo adicional que no forma parte de la invención reivindicada, la red de realimentación no lineal se implementa utilizando un microprocesador. Por ejemplo, la red de realimentación no lineal comprende un convertidor analógico-digital multicanal ADC adaptado para detectar la tensión de alimentación en salida a la fuente de alimentación ajustable y la caída de tensión en los terminales de cada dispositivo de control de corriente, un microprocesador y un convertidor digital-analógico DAC adaptado para generar la señal de control.

15

Debe observarse que, aunque en las realizaciones analógicas descritas anteriormente el circuito analógico se ve afectado por los cambios en la caída de tensión en los terminales del dispositivo de control de corriente sin detectar de manera continuada tal caída de tensión, si no se detecta no linealmente, en la realización por medio de un microprocesador, la caída de tensión se detecta directamente y la no linealidad se obtiene a través de software.

20

En una realización, el circuito de realimentación de la fuente de alimentación ajustable comprende un elemento de impedancia ajustable eléctricamente que tiene un terminal de control conectado a la salida de la red de realimentación no lineal y a través del cual es posible variar el valor de dicha impedancia en función de una señal de control suministrada por la red de realimentación no lineal en función de la caída de tensión en los terminales del dispositivo de regulación de corriente.

25

30

En una realización, el circuito de realimentación de la fuente de alimentación ajustable comprende un divisor de tensión, que comprende una primera impedancia entre un terminal de realimentación y tierra y una segunda impedancia entre el terminal de salida de la fuente de alimentación ajustable y el terminal de realimentación. La segunda impedancia comprende a su vez una impedancia constante y el elemento de impedancia ajustable electrónicamente descrito anteriormente.

35

Por tanto, dependiendo del valor de la caída de tensión en los terminales del dispositivo de control de corriente, la impedancia variable asume diferentes valores que determinan el valor global de la impedancia que afecta al bloque de realimentación de la fuente de alimentación ajustable y, por tanto, al nivel de tensión de alimentación de salida.

40

Según una realización de la segunda alternativa de la invención reivindicada, la fuente de alimentación ajustable comprende una red de ajuste de tensión de referencia que define la tensión de referencia interna de la fuente de alimentación. Dicha red de ajuste comprende un elemento de impedancia ajustable eléctricamente que tiene un terminal de control conectado a la salida de la red de realimentación no lineal y a través del cual es posible variar el valor de dicha impedancia en función de una señal de control suministrada por la red de realimentación no lineal en función de la caída de tensión en los terminales del dispositivo de regulación de corriente.

45

Por ejemplo, la red de ajuste comprende una impedancia constante y el elemento de impedancia ajustable descrito anteriormente, conectados mutuamente en paralelo.

50

En una realización, las impedancias del circuito de realimentación de la fuente de alimentación o de la red de ajuste de tensión de referencia pueden consistir en resistencias o condensadores con Varicap.

55

Características y ventajas adicionales del circuito de control según la invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas del mismo, proporcionadas meramente a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- la figura 1 es un ejemplo de un circuito de control para fuentes luminosas según la técnica anterior;

60

- la figura 2 es un diagrama de bloques del circuito de control según la primera alternativa de la invención reivindicada;

- la figura 3 es un diagrama de bloques del circuito de control según la segunda alternativa de la invención reivindicada;

65

- la figura 4 es un diagrama de circuito que implementa el diagrama de bloques de la figura 2 en una realización;
- la figura 5 es un diagrama que muestra la curva de la tensión de salida del controlador de tensión en función de la caída de tensión en el dispositivo de regulación de corriente;
- 5 - la figura 6 muestra el mismo diagrama de circuito de la figura 4, pero dotado de varias ramas de iluminación;
- la figura 7 es una implementación de circuito del diagrama de bloques de la figura 3;
- 10 - la figura 8 es una implementación de circuito con componentes activos del diagrama de bloques de la figura 2, que no forma parte de la invención reivindicada;
- la figura 9 es un diagrama de bloques de un ejemplo del circuito de control que no forma parte de la invención reivindicada;
- 15 - la figura 10 es una implementación de circuito del diagrama de bloques de la figura anterior; y
- la figura 11 muestra un faro de automóvil a modo de ejemplo que incorpora el circuito de control de fuentes luminosas según la invención.
- 20
- En la siguiente descripción, el término "conectado/conectada" se refiere tanto a una conexión eléctrica directa entre dos circuitos o elementos de circuito como a una conexión indirecta a través de uno o más elementos intermedios activos o pasivos. El término "circuito" puede referirse a un único componente o a una pluralidad de componentes, activos y/o pasivos, conectados entre sí para obtener una función predeterminada. Además,
- 25 cuando se puede emplear un transistor de unión bipolar (BJT) o un transistor de efecto de campo (FET), el significado de los términos "base", "colector", "emisor" incluye los términos "puerta", "drenaje" y "fuente", y viceversa. Por último, si no se indica lo contrario, pueden emplearse transistores de tipo NPN en lugar de transistores PNP, y viceversa.
- 30 El circuito de control dado a conocer por la presente solicitud está adaptado para controlar fuentes luminosas 3 que son objeto de una variación de la caída de tensión en sus terminales durante su funcionamiento, por ejemplo, debido a cambios de temperatura, o con el paso del tiempo (por ejemplo, debido al envejecimiento de los componentes o a un cortocircuito de un componente), como es el caso de los LED y los OLED.
- 35 El circuito de control es capaz de establecer un nodo de interés a un nivel de tensión específico, V_{reg} , independientemente de la caída de tensión en los terminales de la fuente luminosa 3.
- En particular, la caída de tensión puede establecerse en un dispositivo de regulación de corriente, que puede ser una simple impedancia o un componente activo, tal como un controlador de corriente, que regula la corriente de accionamiento absorbida por la fuente luminosa.
- 40 Por tanto, según la trayectoria de la corriente de realimentación, el circuito de control puede responder con diferentes dinámicas a las variaciones de la caída de tensión que debe estabilizarse, V_{reg} .
- 45 En la siguiente descripción, los elementos comunes a las diversas realizaciones del circuito de control según la invención, o equivalentes entre sí, se indicarán con los mismos números de referencia.
- La figura 2 muestra un diagrama de bloques de la arquitectura de un circuito de control según la primera alternativa de la invención reivindicada.
- 50 El circuito de control comprende una fuente de tensión 10 adaptada para generar una tensión de alimentación de salida V_{out} en un terminal de salida 102 del mismo adaptado para alimentar una o varias fuentes luminosas 3.
- La fuente de tensión 10 puede implementarse, por ejemplo, con un CC/CC o con un LDO.
- 55 En cualquier caso, la fuente de tensión 10 es del tipo ajustable, es decir, tiene un terminal de ajuste 104 accesible para conectarse a una red de realimentación externa.
- En el ejemplo de la figura 2, la fuente de alimentación 10 comprende un bucle de control que comprende un bloque de ganancia 106 y un bloque de realimentación 108. La salida 108' del bloque de realimentación se compara con la tensión de referencia interna V_{ref} .
- 60 El bloque de realimentación 108 es ajustable y accesible mediante el terminal de ajuste 104.
- 65 En el ejemplo mostrado en la figura 2, el circuito de mando alimenta dos ramas de iluminación 12.

La corriente de accionamiento que circula por las ramas de iluminación 12 se establece mediante dispositivos de regulación de corriente 14 respectivos, que pueden implementarse con componentes pasivos, por ejemplo con una resistencia, o con componentes activos, por ejemplo con un controlador de corriente.

5 En el ejemplo mostrado en la figura 2, los dispositivos de regulación de corriente 14 están conectados entre las ramas de iluminación 12 y tierra, es decir, en una configuración de lado bajo. Por supuesto, los dispositivos de regulación de corriente 14 pueden conectarse entre el terminal de alimentación 102 y las fuentes luminosas 3, es decir, en una configuración de lado alto.

10 En la figura 2, Vreg1, Vreg2 indican las caídas de tensión que hay que estabilizar en los terminales de los dispositivos de regulación de corriente 14 (en general, en la siguiente descripción también denominados Vregk).

Además, Vd1 y Vd2 indican las caídas de tensión en los terminales de la fuente luminosa 3, que pueden variar por las razones descritas en la parte introductoria de la presente descripción, por ejemplo en función de la temperatura, y que dan lugar a una variación de la tensión Vregk.

15 El circuito de control comprende la red de realimentación no lineal 20, cuya salida está conectada operativamente al terminal de ajuste 104, y por tanto al bloque de realimentación 108 si la fuente de alimentación ajustable 10.

20 La red de realimentación no lineal 20 tiene una función de transferencia $H(s)$ variable en función del valor de las señales Vregk y Vout. Por tanto, la red de realimentación no lineal 20 proporciona una señal de control Vsw al terminal de ajuste 104, que altera el bloque de realimentación 108 para ajustar la tensión de alimentación de salida Vout en función de las caídas de tensión Vregk en los terminales del dispositivo o dispositivos de regulación de corriente 14.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques del circuito de control según la segunda alternativa de la invención reivindicada.

30 En esta realización, la fuente de alimentación ajustable 10' tiene un bloque de realimentación no ajustable 108', pero el terminal de ajuste 104, conectado a la salida de la red de realimentación no lineal 20, actúa sobre una red de ajuste de la tensión de referencia que define el valor de la tensión de referencia Vref interna a la fuente de alimentación.

35 La figura 4 es un diagrama de circuito de una realización a modo de ejemplo de la arquitectura de circuito de la figura 2. El dispositivo de regulación de corriente 14 se implementa con un controlador de corriente, que requiere una caída de tensión mínima para garantizar la regulación de la corriente.

40 Más en detalle, la red de realimentación no lineal 20 comprende un circuito selector de realimentación que tiene un nodo de control 202 conectado operativamente al terminal de control 104, una rama superior 204 que conecta el nodo de control al terminal de salida 102 de la fuente de alimentación ajustable 10 mediante una impedancia de realimentación 204', por ejemplo con un elemento resistivo, una rama inferior 206 que conecta el nodo de control 202 a tierra mediante un condensador 206', y al menos una rama intermedia 208 que conecta el nodo de control 202 al dispositivo de regulación de corriente 14 mediante al menos un diodo 208'.

45 En particular, el diodo 208' tiene su ánodo conectado al nodo de control 202 y el cátodo conectado al terminal del dispositivo de regulación de corriente 14 que está a la tensión Vreg que debe estabilizarse.

50 El circuito selector de realimentación definido de este modo implementa dos trayectorias de circuito para la corriente de realimentación, que se activan selectivamente en función del valor Vreg, tal como se describirá a continuación en el presente documento.

55 El bloque de realimentación ajustable 108 de la fuente de alimentación ajustable 10 comprende un divisor de tensión 110. Este divisor de tensión 110 comprende una primera resistencia 112 entre un terminal de realimentación 114 y tierra, una segunda resistencia 116 entre el terminal de salida 102 de la fuente de alimentación ajustable y el terminal de realimentación 114, y una tercera resistencia 118 conectada también entre el terminal de salida 102 y el terminal de realimentación 114, pero por medio de un elemento de impedancia ajustable eléctricamente 120, tal como MOS-FET, cuyo terminal de puerta coincide con el terminal de realimentación 104, o está conectado operativamente al mismo.

60 Definir por:

Vsw la tensión en el nodo de control 202,

65 Vf la tensión de avance en los terminales del diodo 208,

tan pronto como V_{reg} cae por debajo del nivel $V_{sw} - V_f$, la red de realimentación no lineal 20 proporciona una respuesta rápida descargando el condensador 206' a través del diodo 208' y el dispositivo de regulación de corriente 14, hasta que el nodo de control 202 presenta el nuevo valor $V_{reg} + V_f$. Un valor de tensión de este tipo del nodo de control 202, que corresponde al valor de la señal de control V_{sw} , provoca el aumento del valor de la impedancia del elemento de impedancia ajustable eléctricamente 120. En consecuencia, el divisor del bloque de realimentación 108 se desequilibra hacia arriba, de modo que se produce un aumento de la tensión de alimentación de salida V_{out} que, a su vez, aumenta el valor de V_{reg} .

En cambio, cuando V_{reg} supera $V_{sw} - V_f$, se produce una respuesta lenta, ya que el diodo 208' se encuentra en estado de alta impedancia y desacopla el nodo de control 202 de la caída de tensión V_{reg} . En este estado del circuito selector de realimentación, el condensador 206' se carga a través del elemento resistivo 204'. Al cargarse el condensador 206', la tensión V_{sw} en el nodo de control aumenta para reducir el valor de la impedancia del elemento de impedancia ajustable eléctricamente 120. De este modo, el divisor 108 se desequilibra hacia abajo, disminuyendo de este modo la tensión de alimentación de salida V_{out} y, en consecuencia, la caída de tensión que debe ajustarse V_{reg} .

La dinámica de respuesta de la red de realimentación 20 viene dada en este caso por la constante de tiempo RC, en donde R es la resistencia del elemento resistivo 204' y C es la capacitancia del condensador 206'.

V_{reg} se estabiliza, por tanto, en torno a un valor de referencia (V_{out0} , V_{reg0}), en el que la corriente procedente de la rama superior 204 del circuito selector de realimentación circula principalmente por la rama intermedia 208 y sólo una fracción de la misma circula por el condensador 206', con el fin de compensar las pérdidas parásitas. Por tanto, el nivel de tensión V_{sw} del nodo de control 202 permanece constante.

El valor de referencia, es decir, el equilibrio (V_{out0} , V_{reg0}), del circuito de control puede calcularse resolviendo las ecuaciones

$$\begin{cases} V_{out} = V_{ref} \left(1 + \frac{R_1 \parallel (R_0 + R_M(V_{reg} + V_f - V_{ref}))}{R_2} \right) = f(V_{reg}) \\ V_{reg} = V_{out} - V_d \end{cases}$$

en donde V_{ref} es la tensión en el terminal de realimentación 114 y V_d es la caída de tensión de avance en la fuente luminosa 3.

La solución de este sistema de ecuaciones se muestra en la figura 5.

En una realización, en la que el elemento de impedancia ajustable eléctricamente consiste en un transistor de efecto de campo, tal como MOS-FET, el valor V_{reg0} puede estimarse como $V_{reg0} = V_{ref} + V_{GS_TH} - V_f$, en donde V_{GS_TH} es la tensión umbral puerta-fuente del elemento de impedancia ajustable eléctricamente 120.

Cabe señalar que el punto de equilibrio viene definido por el valor de la tensión umbral puerta-fuente V_{GS_TH} .

En particular, el ajuste de la caída de tensión V_{reg} en los terminales del dispositivo de regulación de corriente 14 se lleva a cabo de forma continua debido a la característica intrínseca del transistor de efecto de campo MOS-FET o BJT (la resistencia del transistor, de hecho, varía continuamente en función de la tensión aplicada entre la puerta y la fuente). En consecuencia, la segunda impedancia 116 estará siempre en paralelo (o, en una variante de realización, en serie) al elemento de impedancia ajustable eléctricamente 120.

Para ello, cabe señalar que en una variante de realización alternativa, la tercera impedancia 118 también podría no estar presente.

Debido a las dos dinámicas de realimentación diferentes, el circuito de control puede ser adecuadamente sensible a la disminución intrínsecamente lenta de la caída de tensión en las fuentes luminosas, por ejemplo debido al envejecimiento y al aumento de la temperatura, e insensible a los rápidos bordes ascendentes de la tensión V_{reg} en los terminales del dispositivo de regulación de corriente, que se generan cuando una fuente luminosa se apaga temporalmente, por ejemplo en situaciones de modulación de control PWM, o durante la generación de una secuencia de animación. De este modo, también puede obtenerse una tensión de alimentación de salida V_{out} más estable durante una modulación PWM o una animación, lo que se traduce en un mejor rendimiento electromagnético, especialmente cuando se utilizan cables para controlar las fuentes luminosas.

En un ejemplo comparativo que no forma parte de la invención reivindicada, los parámetros del circuito de control, en particular de la red de realimentación no lineal, pueden ajustarse de modo que se consiga una dinámica rápida en respuesta a un aumento de la V_{reg} y una dinámica más lenta en respuesta a una disminución

de la V_{reg} .

La figura 6 muestra una implementación de circuitos similar a la descrita con referencia a la figura 4, en la que se alimentan múltiples ramas de iluminación 12.

5 En este caso, la red de realimentación no lineal 20 se modifica proporcionando un diodo 208' para cada rama de iluminación 12.

10 Las ecuaciones mostradas anteriormente para determinar el punto de equilibrio del circuito siguen siendo válidas, considerando $V_{reg} = \min. \{V_{reg1}, V_{reg2}\}$ y $V_d = \max. \{V_{d1}, V_{d2}\}$, en donde V_{d1} y V_{d2} son las caídas de tensión en las dos ramas de iluminación 12.

15 Al requerir un número limitado de componentes elementales, esta arquitectura también representa una solución relativamente rentable y fiable.

20 Además, si la dinámica con constante de tiempo RC se diseña para que sea mucho más lenta que el bucle de realimentación intrínseco de la fuente de alimentación, el diseño de la estabilidad del circuito se ve facilitado por el hecho de que la red de realimentación no interactúa significativamente con la realimentación intrínseca de la fuente de alimentación.

25 En otras palabras, una red de realimentación externa que actúa sobre el bloque de realimentación ajustable de la fuente de alimentación con una constante de tiempo más lenta que la del bucle de realimentación de la fuente de alimentación desacopla realmente las ramas de iluminación del bloque de realimentación de la fuente de alimentación, lo que permite considerar las fuentes luminosas como una carga y no como una parte de la trayectoria de realimentación.

30 Dado que la tensión de alimentación de salida V_{out} se ajusta en función del valor de V_{reg} , una arquitectura de este tipo es capaz de controlar también cargas adicionales, sin afectar al flujo de corriente de la fuente luminosa. Por tanto, la misma tensión de alimentación V_{out} puede utilizarse como entrada para circuitos adicionales (por ejemplo, controladores de tensión).

35 En ejemplos comparativos que no forman parte de la invención reivindicada, el circuito de control comprende, por tanto, cualquier tripolo de desacoplamiento que tenga una función de transferencia que varíe de manera eléctricamente controlada, lineal o no lineal, en función de una tensión o corriente de entrada presente en el dispositivo de regulación de corriente y que actúe sobre el bloque de realimentación de la fuente de alimentación regulable.

40 Un circuito de control de este tipo corresponde al mostrado en el diagrama de bloques de la figura 2 y a una implementación de circuito del mismo mostrada en la figura 4, en donde el bloque de realimentación consiste en el divisor de tensión de salida de la fuente de alimentación ajustable, formado por resistencias y un elemento de impedancia ajustable eléctricamente.

45 Cabe señalar que, en ejemplos comparativos que no forman parte de la invención reivindicada, la red de realimentación no lineal 20 puede sustituirse por otra red de realimentación, también lineal, por ejemplo implementada con amplificadores, siempre y cuando su salida esté conectada al bloque de realimentación de la fuente de alimentación.

50 La figura 7 muestra una implementación de circuito de la arquitectura de circuito de control de la figura 3. También en este caso, la red de realimentación no lineal 20 se implementa con el circuito selector de realimentación descrito anteriormente.

55 Sin embargo, el terminal de ajuste 104 en salida a la red de realimentación no lineal actúa sobre una red de ajuste de tensión de referencia 30 que define la tensión de referencia interna a la fuente de alimentación ajustable 10.

60 Por ejemplo, esta red de ajuste 30 comprende una resistencia constante 302 y un elemento de impedancia ajustable eléctricamente 304, 306 conectados mutuamente en paralelo. En una realización, este elemento de impedancia ajustable eléctricamente 304, 306 comprende un elemento de resistencia constante 304 colocado en serie con respecto a un transistor 306, por ejemplo MOS-FET, cuyo terminal de puerta coincide con, o está conectado a, el terminal de ajuste 104, para accionarse por la red de realimentación 20.

65 En función del valor de la tensión V_{sw} del nodo de control 202, el valor de impedancia del elemento de impedancia ajustable eléctricamente 306 varía, modificando de este modo el valor de impedancia global de la red de ajuste 30 y, por tanto, el valor de la tensión de referencia interna a la fuente de alimentación.

La figura 8 muestra un diagrama de circuito similar al de la figura 4, pero en el que la red de realimentación no

lineal 200 se implementa con componentes activos.

Por ejemplo, la red de realimentación no lineal 200 comprende un conmutador de control 2002, en el ejemplo implementado con P-MOS, que tiene su terminal de puerta conectado al terminal de salida 102 de la fuente de alimentación ajustable 10 mediante un elemento resistivo 2004, y conectado al dispositivo de regulación de corriente 14, el terminal fuente conectado operativamente al terminal de ajuste 104, y el terminal de drenaje conectado a tierra mediante una resistencia 2006.

Un condensador 2008 se conecta entre el terminal fuente y el terminal de drenaje.

La red de realimentación 200 comprende además un amplificador operacional 2010 que tiene el terminal de entrada inversor conectado al terminal de drenaje, el terminal de entrada no inversor a una tensión de referencia V, y el terminal de salida conectado al terminal fuente.

De este modo, cuando la tensión en los terminales del dispositivo de regulación de corriente 14 cae por debajo del valor de tensión dado, con buena aproximación, por la diferencia entre la tensión del terminal fuente y la tensión umbral puerta-fuente del conmutador de control 2002, la resistencia de canal de un conmutador de control de este tipo se reduce rápidamente para descargar rápidamente el condensador 2008 colocado entre la fuente y el drenaje. De este modo, la salida del amplificador operacional 2010, y luego el valor de tensión del nodo de control, varían rápidamente. Debido a la acción de la señal de control presente en el nodo de control, el valor de la tensión de alimentación de salida también aumenta rápidamente.

Cuando la tensión en los terminales del dispositivo de control de corriente supera el valor de tensión dado por la diferencia entre la tensión del terminal fuente y la tensión umbral puerta-fuente de P-MOS, P-MOS se corta y la salida del amplificador operacional, y por tanto el valor de la tensión de nodo de control, varía según la constante de tiempo RC dada por la resistencia conectada entre el terminal inversor del amplificador y tierra, y por el condensador colocado entre el drenaje y la fuente. Debido a la acción de la señal de control presente en el nodo de control, el valor de la tensión de alimentación de salida también disminuye rápidamente según tal dinámica.

De esta manera, puede obtenerse una respuesta rápida del circuito de control cuando la Vreg cae demasiado, con el fin de restablecer instantáneamente la tensión de salida Vout, mientras que puede obtenerse una respuesta más lenta para disminuir la tensión de salida Vout cuando sea necesario.

La figura 9 muestra un diagrama de bloques similar al de la figura 2, por tanto, con una red de realimentación no lineal que actúa sobre un bloque de realimentación ajustable 108 de la fuente de alimentación ajustable 10, en donde la red de realimentación no lineal, indicada con 300, se basa en un microprocesador 3002 y en una red de detección 3004 de las caídas de tensión Vregk en los terminales del dispositivo de regulación de corriente 14.

Una posible implementación del diagrama de la figura 9 se muestra en la figura 10, en la que un convertidor analógico-digital multicanal ADC 3004 se utiliza para detectar las múltiples señales Vregk y Vout, mientras que un convertidor digital-analógico DAC 3006 se utiliza para generar la señal de ajuste Vsw.

En este caso, la realimentación no lineal se implementa mediante el código interno del microprocesador 3002, que genera la señal de ajuste Vsw en función de las señales detectadas Vregk y Vout.

Con referencia al ejemplo mostrado en la figura 11, un objeto de la presente invención es también un faro de automóvil 500 dotado de un circuito de control 600 de fuentes luminosas, tales como LED u OLED.

Un experto en la técnica puede realizar diversos cambios, ajustes, adaptaciones y sustituciones de elementos por otros funcionalmente equivalentes a las realizaciones del circuito de control.

En un ejemplo, que no forma parte de la invención reivindicada, el circuito selector de realimentación que implementa la red de realimentación no lineal puede conectarse a una tensión diferente de la tensión de alimentación Vout, siempre y cuando la tensión en el elemento resistivo del circuito selector sea mayor que la tensión del nodo de control.

REIVINDICACIONES

1. Circuito de control de fuentes luminosas, que comprende:

5 - una unidad de fuente de alimentación de tensión ajustable (10; 10'), que tiene un terminal de salida (102) y un terminal de regulación accesible (104) para regular el valor de una tensión de alimentación de salida (Vout),

proporcionada por la fuente de alimentación de tensión ajustable en el terminal de salida;

10 comprendiendo la fuente de alimentación (10; 10') un bucle de control de realimentación interno (108) para comparar el valor de la tensión de alimentación de salida (Vout) con una tensión de referencia interna (Vref), actuando el terminal de regulación sobre el bucle de control de realimentación interno (108) o sobre una red de ajuste de la tensión de referencia que define el valor de la tensión de referencia interna (Vref);

15 - al menos una rama de iluminación (12) alimentada por dicha tensión de alimentación de salida, comprendiendo dicha al menos una rama de iluminación (12) al menos una fuente luminosa (3);

20 - un dispositivo de regulación de corriente (14) respectivo conectado en serie a la al menos una rama de iluminación (12) respectiva y adecuado para ajustar la corriente de accionamiento que circula por dicha rama de iluminación;

25 - una red de realimentación no lineal (20; 200; 300) que proporciona una señal de regulación (Vsw) a dicho terminal de regulación (104), teniendo dicha red de realimentación no lineal una función de transferencia que varía según la

menor entre las caídas de tensión

30 (Vreg) en los extremos de cada uno de los dispositivos de regulación de corriente, siendo dicha función de transferencia adecuada para modificar el valor de la tensión de alimentación de salida (Vout) para restablecer la caída de tensión en los extremos de cada uno de los dispositivos de regulación de corriente (14) a un valor predeterminado (Vreg0) con al menos dos dinámicas diferentes de la función de transferencia dependiendo de si la menor entre las caídas de tensión en los extremos de cada uno de los dispositivos de regulación de corriente es mayor o menor que dicho valor predeterminado,

35 en el que la red de realimentación no lineal comprende un circuito selector de realimentación que tiene un nodo de control (202) conectado operativamente al terminal de regulación (104), una rama superior (204) que conecta el nodo de control (202) al terminal de salida de la unidad de fuente de alimentación ajustable mediante una impedancia de realimentación (204'), una rama inferior (206) que conecta el nodo de control a tierra mediante un condensador (206'), y al menos una rama intermedia (208) que conecta el nodo de control a cada dispositivo de regulación de corriente (14) respectivo mediante un diodo (208') respectivo, de modo que:

45 - cuando la tensión (Vreg) en los extremos de al menos uno de los dispositivos de regulación de corriente (14) cae por debajo de un valor de tensión dado por la diferencia entre la tensión del nodo de control (Vsw) y la tensión continua (Vf) en los extremos del diodo (208') respectivo, el condensador (206') se descarga a través del diodo (208') respectivo y del dispositivo de regulación de corriente (14) respectivo;

50 - cuando las tensiones en los extremos del al menos un dispositivo de regulación de corriente (14) superan el valor de tensión dado por la diferencia entre la tensión del nodo de control (Vsw) y la tensión continua (Vf) en los extremos del diodo (208') respectivo, los diodos (208') respectivos entran en el estado de impedancia permitiendo la recarga del condensador (206') a través de la impedancia de realimentación (204'),

55 en el que la impedancia de realimentación (204') y el condensador (206') definen la constante de tiempo de la red de realimentación no lineal (20; 200; 300), eligiéndose la constante de tiempo de forma que la dinámica de la función de transferencia de la red de realimentación no lineal con dicha constante de tiempo es mucho más lenta que la dinámica del bucle de control de realimentación interno (108) de la fuente de alimentación.

2. Circuito de control según la reivindicación 1, en el que dicha

65 función de transferencia de la

red de realimentación no lineal (20; 200; 300) tiene una dinámica rápida en el caso de disminución de la caída de tensión (V_{reg}) en los extremos del dispositivo de regulación de corriente (14) por debajo del valor predeterminado, y una dinámica lenta en el caso de aumento de la caída de tensión (V_{reg}) en los extremos del dispositivo de regulación de corriente (14) por encima de dicho valor predeterminado, eligiéndose la dinámica lenta de manera que se produzca una modulación de encendido-apagado de la corriente de accionamiento de la al menos una fuente luminosa,

por ejemplo para un modo de alimentación PWM de la

rama de iluminación respectiva, no se regula por la red de realimentación no lineal.

3. Circuito de control según la primera alternativa de la reivindicación 1, en el que el terminal de regulación actúa sobre el bucle de control de realimentación interno (108) o según la reivindicación 2 cuando depende de dicha primera alternativa de la reivindicación 1, en el que el bucle de control de realimentación interno comprende un bloque de ganancia (106) y un bloque de realimentación (108), estando dicho bucle de control de realimentación interno configurado para comparar la salida (108') del bloque de realimentación con la tensión de referencia interna (V_{ref}), en el que dicho bloque de realimentación (108) es accesible desde el exterior para su regulación mediante dicho terminal de regulación (104).
4. Circuito de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el bucle de control de realimentación interno de la unidad de fuente de alimentación ajustable (10) comprende un elemento de impedancia ajustable eléctricamente (120) que tiene un terminal de regulación (104) conectado a la salida de la red de realimentación no lineal (20; 200; 300) y mediante el cual es posible cambiar el valor de impedancia de dicho elemento de impedancia ajustable eléctricamente basándose en la señal de regulación (V_{sw}) proporcionada por la red de realimentación no lineal en función de las caídas de tensión (V_{reg}) en los extremos de los dispositivos de regulación de corriente (14) respectivos.
5. Circuito de control según la reivindicación anterior, en el que el bucle de control de realimentación interno de la unidad de fuente de alimentación ajustable (10) comprende un divisor de tensión (108), que comprende una primera impedancia (112) entre un terminal de realimentación (114) y tierra y una segunda impedancia (116, 120) entre el terminal de salida (102) de la unidad de fuente de alimentación ajustable y el terminal de realimentación (114), comprendiendo dicha segunda impedancia una impedancia constante (116) y el elemento de impedancia ajustable eléctricamente (120).
6. Circuito de control según la segunda alternativa de la reivindicación 1, en el que el terminal de regulación actúa sobre la red de ajuste de tensión de referencia que define el valor de la tensión de referencia interna (V_{ref}) o según la reivindicación 2 cuando depende de dicha segunda alternativa de la reivindicación 1, en el que dicha red de ajuste de tensión de referencia (30) comprende un elemento de impedancia ajustable eléctricamente (306) conectado al terminal de regulación (104) que está conectado a la salida de la red de realimentación no lineal y mediante el cual es posible variar el valor de impedancia del elemento de impedancia ajustable eléctricamente en función de la señal de regulación (V_{sw}) proporcionada por la red de realimentación no lineal en función de las caídas de tensión en los extremos de los dispositivos de regulación de corriente (14) respectivos.
7. Circuito de control según la reivindicación anterior, en el que la red de ajuste de tensión de referencia (30) comprende una impedancia constante (302) y el elemento de impedancia ajustable eléctricamente (306), conectados en paralelo.
8. Circuito de control según cualquiera de las reivindicaciones 4-7, en el que el elemento de impedancia ajustable eléctricamente es un transistor.
9. Circuito de control según cualquiera de las reivindicaciones 5-8, en el que dicha impedancia constante consiste en una resistencia.
10. Circuito de control según cualquiera de las reivindicaciones 5-8, en el que dicha impedancia constante consiste en un condensador con Varicap.
11. Faro de vehículo, que comprende un circuito de control de fuentes luminosas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

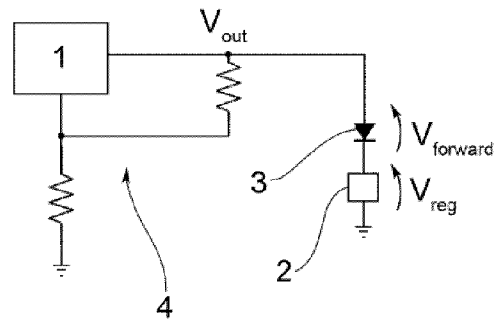


FIG.1

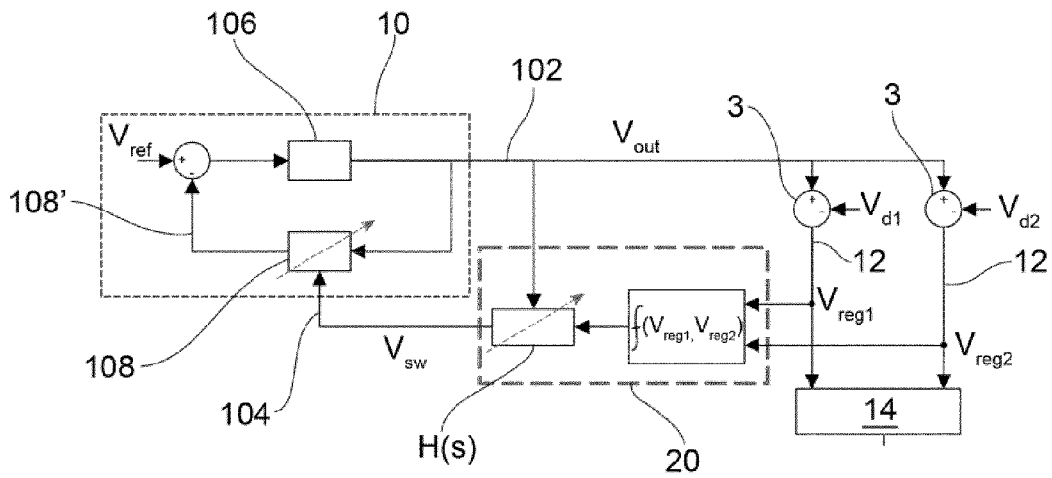


FIG.2

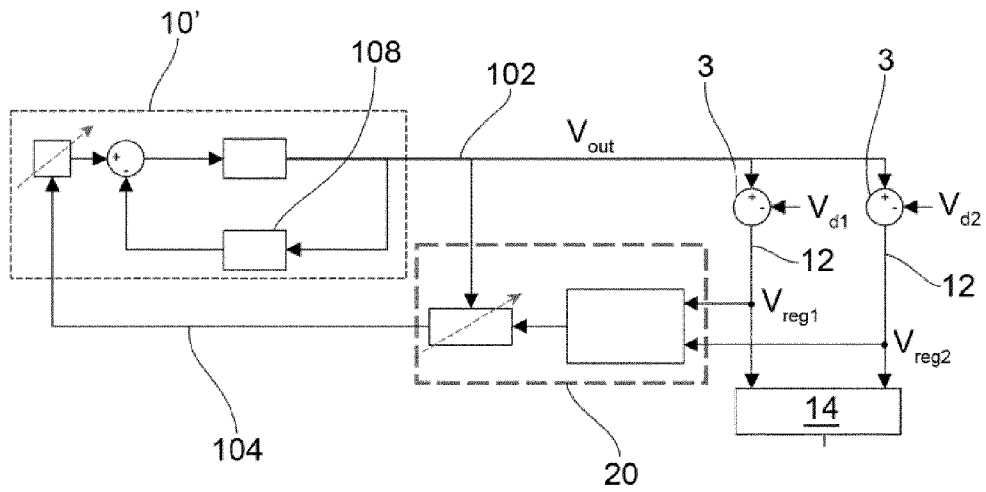


FIG.3

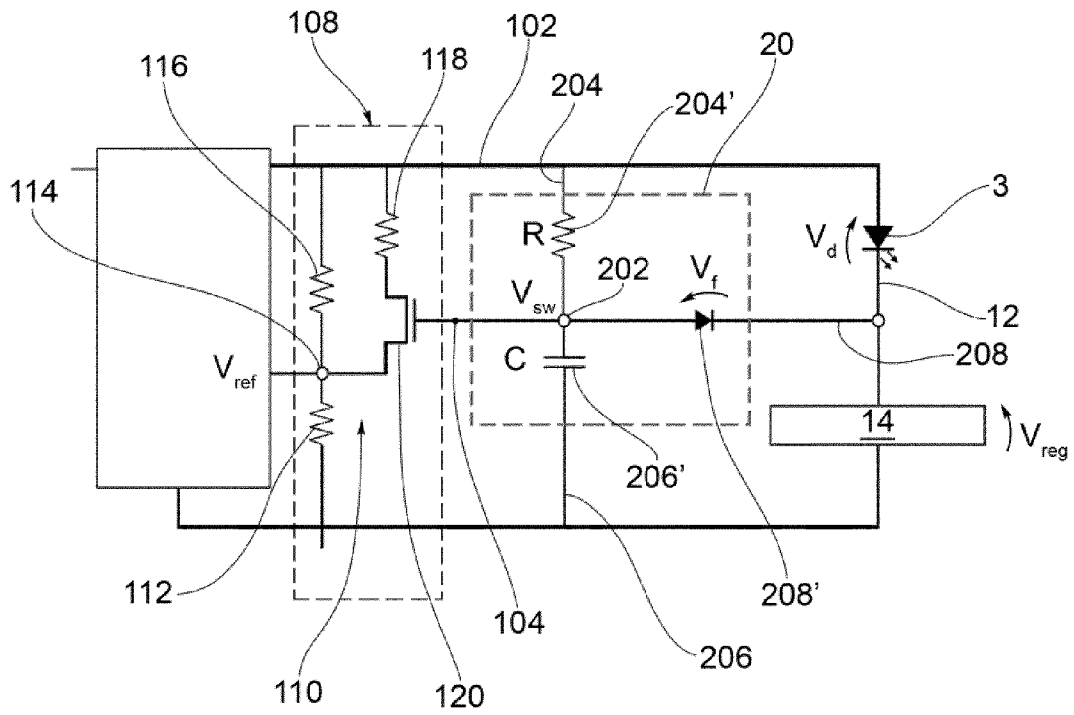


FIG.4

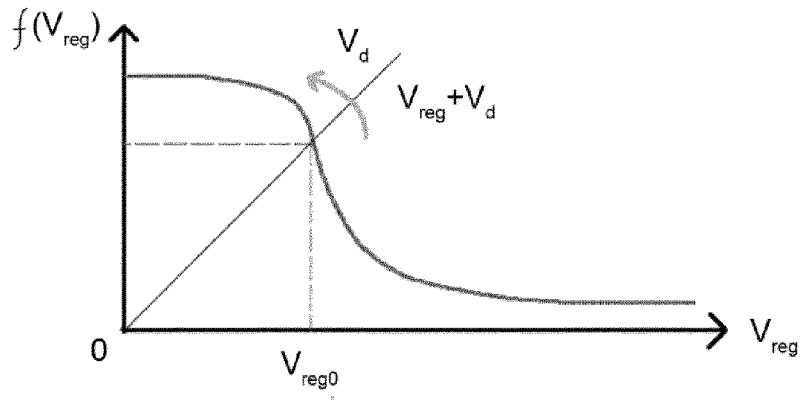


FIG.5

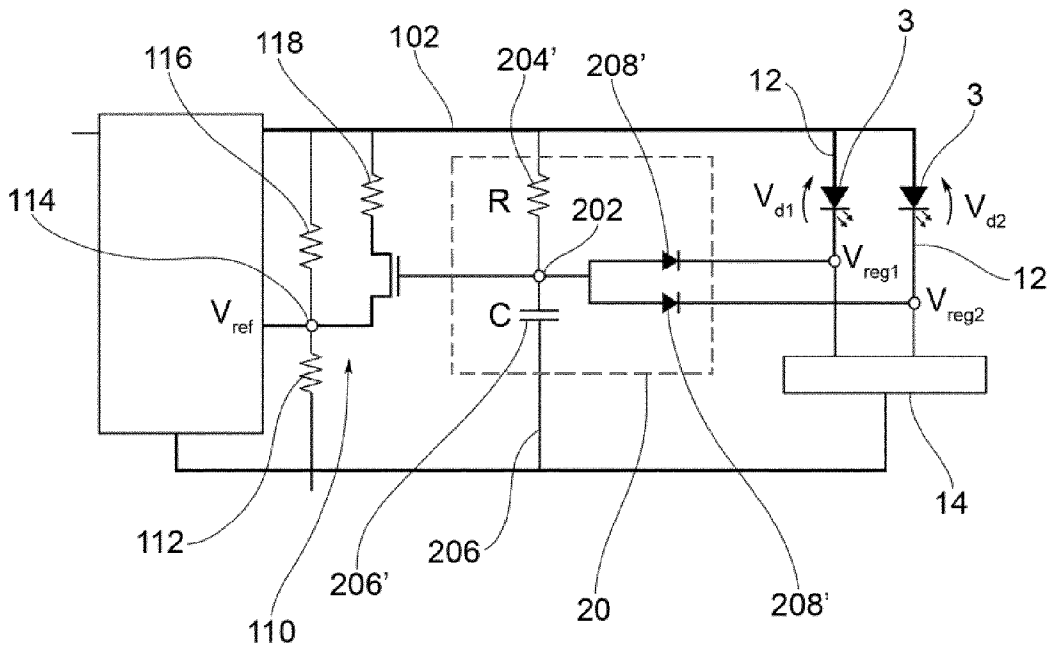


FIG.6

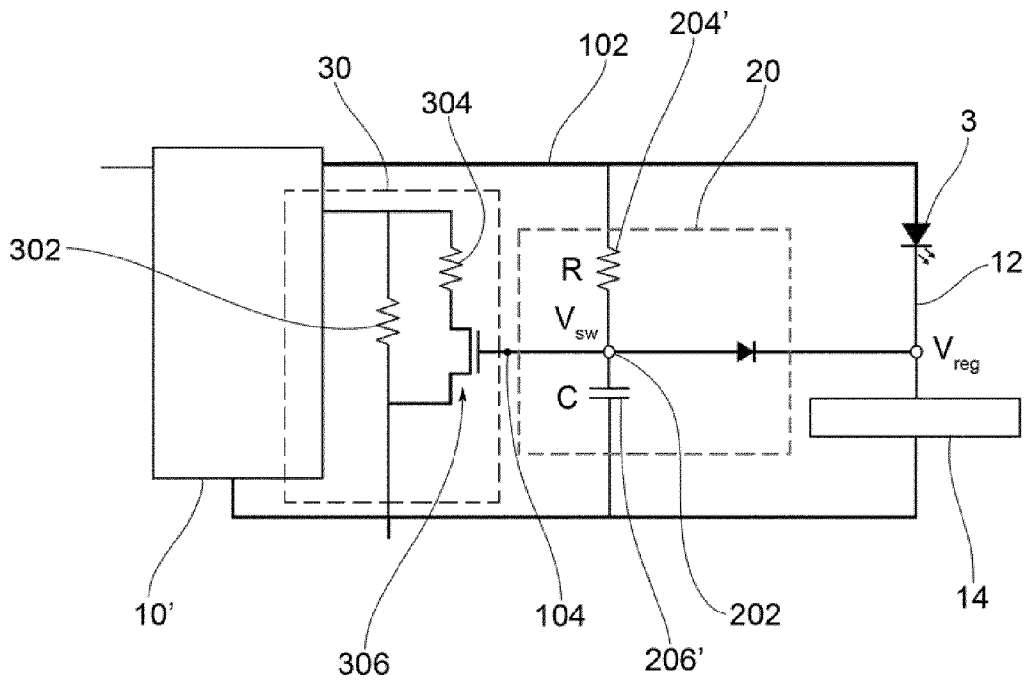


FIG.7

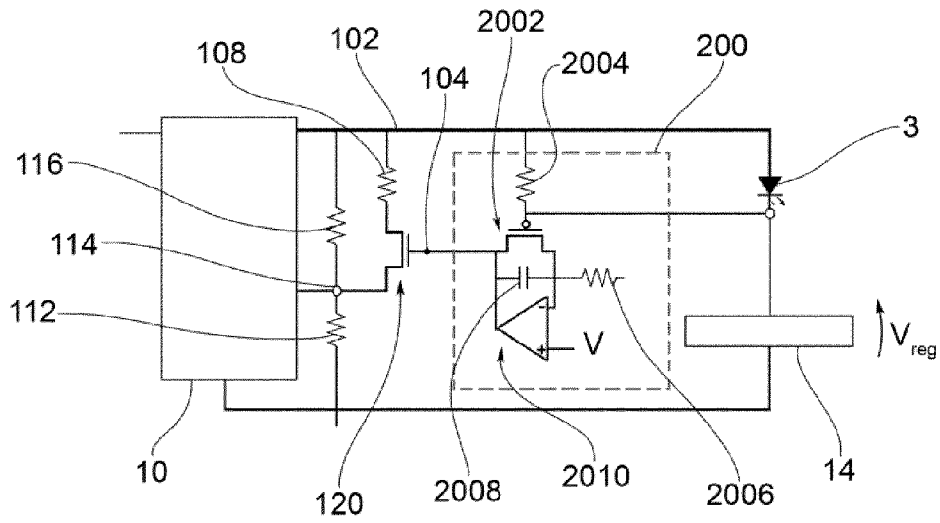


FIG.8

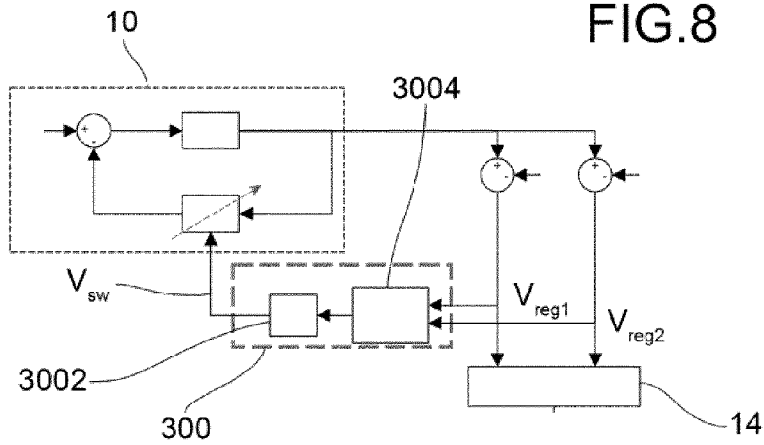


FIG.9

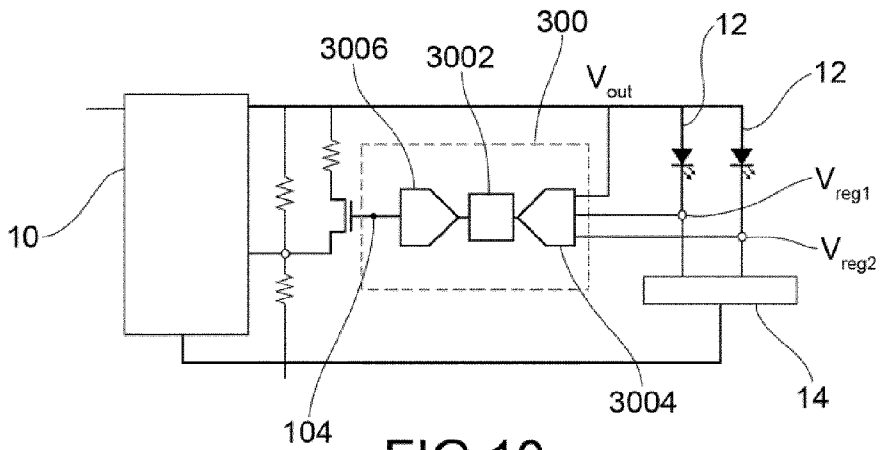


FIG.10

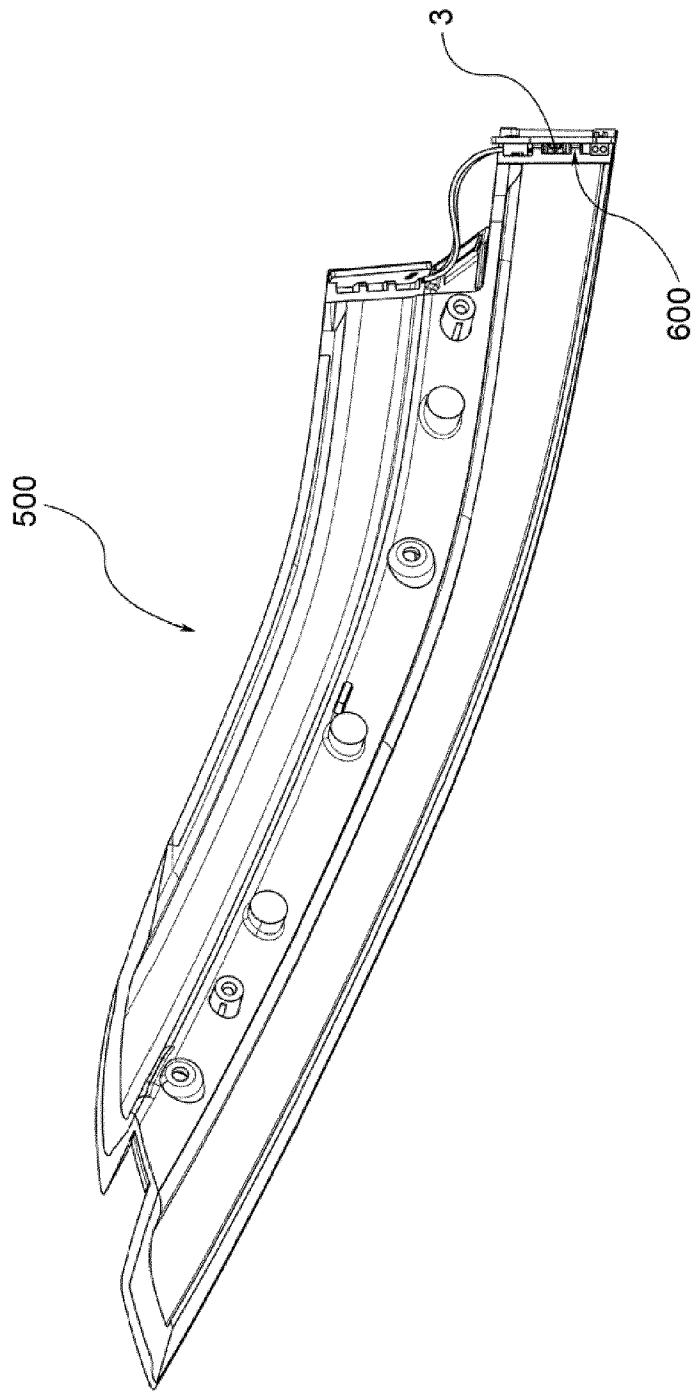


FIG.11