

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 933 481**

(51) Int. Cl.:

**H05B 45/385**

(2010.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2003 E 15174964 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.10.2022 EP 2964000**

(54) Título: **Controlador de LED**

(30) Prioridad:

**19.12.2002 US 434550 P**

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

**09.02.2023**

(73) Titular/es:

**SIGNIFY HOLDING B.V. (100.0%)  
High Tech Campus 48  
5656 AE Eindhoven, NL**

(72) Inventor/es:

**TRIPATHI, AJAY;  
CLAUBERG, BERND;  
MIN, YOUNG-KEE;  
NARASIMHAN, RAGHURAM y  
KHETARPAL, ROHIT**

(74) Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 933 481 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**

## Controlador de LED

- 5 El campo técnico de esta divulgación son los suministros de potencia, en particular, un suministro de potencia para LED.
- 10 Se han realizado avances significativos en la tecnología de diodos emisores de luz blanca (LED). Los LED de luz blanca están disponibles comercialmente que generan 10-15 lúmenes/vatio. Esto es comparable al rendimiento de las bombillas incandescentes. Además, los LED ofrecen otras ventajas, tal como una mayor vida útil, resistencia a golpes/vibraciones y flexibilidad de diseño debido a su pequeño tamaño. Como resultado, los LED de luz blanca se reemplazan a las fuentes incandescentes tradicionales para aplicaciones de iluminación como señalización, acentuación e iluminación de caminos. Los LED blancos pueden usarse solos o junto con LED de colores para un efecto particular.
- 15 Las características eléctricas de los LED son tales que pequeños cambios en la tensión aplicado a la lámpara LED provocarán cambios de corriente apreciables. Además, los cambios de temperatura ambiente también darán como resultado cambios en la corriente de LED al cambiar la caída directa en los LED. Además, la salida de lúmenes de los LED depende de la corriente de LED. Los suministros de potencia eléctrica existentes para fuentes de luz LED no se diseñan para regular con precisión la corriente de LED para evitar variaciones de intensidad luminosa debido a variaciones de tensión CA de entrada y temperatura ambiente. El funcionamiento de las lámparas LED con una corriente directa excesiva durante un período prolongado puede provocar variaciones de intensidad luminosa inaceptables e incluso fallas catastróficas. Además, el suministro de potencia eléctrica actual no minimiza el consumo de energía para maximizar el ahorro de energía.
- 20
- 25 El documento WO01/69980 divulga un ejemplo de un controlador de LED con un control de corriente y tensión de la potencia proporcionada al LED.
- 30 El documento WO01/05193A1 divulga un aparato de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Sería deseable tener un suministro de potencia para LED que superaría las desventajas anteriores.
- 35 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona: un circuito que comprende una fuente de luz LED y un suministro de potencia que se dispone para alimentar la fuente de luz LED, comprendiendo dicho suministro de potencia: un convertidor CA/CC que se dispone para convertir una tensión CA en una tensión CC; un convertidor de potencia que comprende un transformador (123) y un corrector del factor de potencia, en el que el corrector del factor de potencia se dispone para controlar el transformador para generar una potencia regulada a partir de la tensión proporcionada por el convertidor CA/CC, y para suministrar la potencia regulada a la fuente de luz LED, la potencia regulada que incluye una tensión de fuente de luz LED y una corriente de fuente de luz LED; un sensor de corriente que se dispone para proporcionar una corriente detectada indicativa de una magnitud de la tensión de la fuente de luz LED, un sensor de corriente que se dispone para proporcionar una corriente detectada indicativa de una magnitud de la corriente de la fuente de luz LED y un controlador de retroalimentación que se dispone para proporcionar una señal de realimentación al convertidor de potencia en base a la tensión detectada y la corriente detectada; en el que la generación de la potencia regulada se controla por la señal de realimentación.
- 40
- 45 En realizaciones, el circuito puede comprender un interruptor de control de LED que se dispone para limitar un pico de la corriente de la fuente de luz LED cuando la fuente de luz de LED se conecta a la fuente de alimentación posterior a la activación de la fuente de alimentación, en el que dicho interruptor de control de LED incluye: un interruptor (SW1) operable para establecer una trayectoria de corriente desde la fuente de luz LED (10) a dicho convertidor de potencia (23) cuando la corriente de la fuente de luz LED está por debajo de un umbral máximo, dicho interruptor (SW1) operable además para apagar y limitar así la trayectoria actual cuando la corriente de la fuente de luz LED está por encima del umbral máximo.
- 50
- 55 En realizaciones, el circuito puede comprender además: un atenuador LED PWM operable para proporcionar una señal de modulación de ancho de pulso a dicho interruptor en respuesta a un comando de atenuación externo, en el que dicha señal de modulación de ancho de pulso tiene un ancho de pulso objetivo en respuesta al comando de atenuación que excede una señal de rampa, y en el que dicha señal de modulación de ancho de pulso tiene un ancho de pulso mínimo en respuesta a la señal de rampa que excede el comando de atenuación.
- 60 En realizaciones, dicho atenuador LED PWM puede incluir: un circuito multivibrador astable (129) operable para establecer el ancho de pulso mínimo de una manera precisa e insensible a la temperatura.
- En realizaciones, dicho atenuador LED PWM puede incluir: un comparador operable para establecer el ancho de pulso objetivo en respuesta a la recepción del comando de atenuación y la señal de rampa.

En realizaciones, dicho atenuador LED PWM puede incluir además: un generador de rampa operable para proporcionar la señal de rampa a dicho comparador, en el que la señal de rampa producida por el generador de rampa se restablece periódicamente por el ancho de pulso mínimo.

5 En realizaciones, dicho atenuador LED PWM puede incluir además: un circuito multivibrador astable operable para establecer el ancho de pulso mínimo de manera precisa e insensible a la temperatura.

10 En realizaciones, el procedimiento puede comprender además: un circuito de detección operable para proporcionar una señal de detección indicativa de una condición de funcionamiento de la fuente de luz LED asociada con la tensión de la fuente de luz LED, en el que la señal de detección tiene un primer nivel representativo de una condición de carga de la fuente de luz LED, y en el que la señal de detección tiene un segundo nivel representativo de una condición de cortocircuito o de una condición abierta de la fuente de luz LED.

15 En realizaciones, la condición de funcionamiento de la carga puede indicar una magnitud de una caída de tensión LED a través de la fuente de luz LED que está entre cero voltios y la tensión de la fuente de luz LED.

En realizaciones, la condición de operación corta puede indicar que la magnitud de una caída de tensión LED a través de la fuente de luz LED se aproxima a cero voltios.

20 En realizaciones, la condición de operación abierta puede indicar que una magnitud de una caída de tensión LED a través de la fuente de luz LED se aproxima a la tensión de la fuente de luz LED.

25 En realizaciones, dicho sensor de corriente puede incluir: un amplificador operacional y medios para ajustar una ganancia de dicho amplificador diferencial.

25 En realizaciones, dicho sensor de tensión puede incluir: un amplificador operacional y medios para ajustar una ganancia de dicho amplificador diferencial.

30 En realizaciones, el circuito puede comprender un optoacoplador que se dispone para aislar un lado de CC del circuito que suministra la potencia regulada a la fuente de luz LED de un lado CA del circuito que suministra la tensión CA.

35 En realizaciones, la fuente de luz LED puede comprender un LED blanco que es capaz de generar 15 lúmenes por vatio.

35 En realizaciones, la fuente de luz LED puede comprender además un LED de color.

40 En realizaciones, la tensión de la fuente de luz LED puede estar dentro del rango de 2,6 voltios para un LED a aproximadamente 32 voltios para ocho LED en serie.

De acuerdo con otro aspecto divulgado en la presente memoria, se proporciona un procedimiento para usar una potencia de alimentación para alimentar una fuente de luz LED, que comprende el procedimiento: convertir una tensión CA en una tensión CC; controlar un transformador para generar una potencia regulada a partir de la tensión CC y suministrar la potencia regulada a la fuente de luz LED, que incluye la potencia regulada una tensión de fuente de luz LED y una corriente de fuente de luz LED; y proporcionar una tensión detectada indicativa de una magnitud de la tensión de la fuente de luz LED, una corriente detectada indicativa de una magnitud de la corriente de la fuente de luz LED y una señal de realimentación en base a la tensión detectada y la corriente detectada; en el que la generación de la potencia regulada se controla por la señal de realimentación.

45 Una forma de la presente invención es un suministro de potencia para una fuente de luz LED que comprende un convertidor de potencia y un interruptor de control de LED. El convertidor de potencia funciona para proporcionar una potencia regulada que incluye una corriente de LED y una tensión LED. El interruptor de control de LED funciona además para controlar un flujo de corriente de LED a través de la fuente de luz LED. El interruptor de control de LED funciona además para fijar un pico de la corriente de LED durante una etapa de carga inicial de la fuente de luz LED. Esto evita daños a la fuente de luz LED debido a una mala aplicación al campo.

50 Una segunda forma de la presente invención es un suministro de potencia para una fuente de luz LED que comprende además un circuito de detección que funciona para proporcionar una señal de detección indicativa de una condición de funcionamiento de la fuente de luz LED asociada con la tensión LED. La señal de detección tiene un primer nivel representativo de una condición de carga de la fuente de luz LED. La señal de detección tiene un segundo nivel representativo de una corta condición o una condición abierta indicativa de la fuente de luz LED.

55 Una tercera forma de la presente invención es un suministro de potencia para una fuente de luz LED que comprende además un sensor de corriente de LED o un sensor de tensión LED. Cada sensor incluye un amplificador diferencial y medios para ajustar una ganancia del amplificador diferencial.

Una segunda forma de la presente invención es un suministro de potencia para una fuente de luz LED que comprende además un circuito de detección que funciona para proporcionar una señal de detección indicativa de una condición de funcionamiento de la fuente de luz LED asociada con la tensión LED. La señal de detección tiene un primer nivel representativo de una condición de carga de la fuente de luz LED. La señal de detección tiene un segundo nivel representativo de una corta condición o una condición abierta indicativa de la fuente de luz LED.

Una tercera forma de la presente invención es un suministro de potencia para una fuente de luz LED que comprende además un sensor de corriente de LED o un sensor de tensión LED. Cada sensor incluye un amplificador diferencial y medios para ajustar una ganancia del amplificador diferencial.

Las formas anteriores, así como otras formas, características y ventajas de la presente invención se volverán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones actualmente preferidas, leídas junto con los dibujos adjuntos. La descripción detallada y los dibujos son meramente ilustrativos de la presente invención y no limitativos, que se define el ámbito de la presente invención por las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

- 5 La Figura 1 ilustra un diagrama de bloque de un suministro de potencia para una fuente de luz LED según la presente invención;
- 10 La Figura 2 ilustra un diagrama esquemático de una realización de la Figura 1 suministro de potencia según la presente invención;
- 15 La Figura 3 ilustra un diagrama de temporización de una realización de un circuito de control según la presente invención;
- La Figura 4 ilustra un diagrama esquemático de una realización de un circuito de detección de cortocircuito/abierto según la presente invención; y
- La Figura 5 ilustra un diagrama esquemático de una realización de un circuito de amplificación diferencial según la presente invención.

La Figura 1 ilustra un diagrama de bloque de un suministro de potencia 20 para alimentar una fuente de luz LED 10 que incluye un número variable de LED conectados en serie y/o en paralelo. Una entrada de CA monofásica 21 del suministro de potencia 20 proporciona una tensión  $V_{CA}$  a un convertidor CA/CC 22 de la potencia de alimentación 20 por lo que el convertidor CA/CC 22 convierte la tensión  $V_{CA}$  en una tensión  $V_{CC}$ . El convertidor CA/CC 22 proporciona tensión  $V_{CC}$  a un convertidor de potencia 23 del suministro de potencia 20 mediante el cual el convertidor de potencia 23 genera una potencia regulada  $P_{REG}$  que incluye una corriente de LED y una tensión LED  $V_{LED}$ .

25 El convertidor de potencia 23 proporciona potencia regulada  $P_{REG}$  a la fuente de luz LED 10. En funcionamiento, el interruptor de control de LED 24 controla un flujo de corriente de LED a través de la fuente de luz LED 10. Un sensor de corriente de LED 25 del suministro de potencia 20 proporciona una corriente detectada  $I_{SE}$  indicativa de una magnitud de la corriente de LED que fluye a través de la fuente de luz LED 10. Un sensor de tensión LED 26 del suministro de potencia 20 proporciona una tensión detectada  $V_{SE}$  indicativa de una magnitud de la tensión LED  $V_{LED}$  aplicado a la fuente de luz LED 10. Corriente detectada  $I_{SE}$  y tensión detectada  $V_{SE}$  se alimentan a un controlador de retroalimentación 27 del suministro de potencia 20. Una referencia de señal 28 del suministro de potencia 20 proporciona una señal de referencia REF a un controlador de retroalimentación 27, por lo que el controlador de retroalimentación 27 proporciona una señal de retroalimentación FB al convertidor de potencia 23 en base a la corriente detectada  $I_{SE}$ , tensión detectada  $V_{SE}$  y señal de referencia REF.

35 El interruptor de control de LED 24 funciona además para fijar un pico de corriente de LED que fluye a través de la fuente de luz LED 10 para proteger así la fuente de luz LED 10 de daños eléctricos. El interruptor de control de LED 24 es particularmente útil cuando la fuente de luz LED 10 pasa de un estado operativo abierto a un estado operativo de carga (es decir, una carga inicial), tal como, por ejemplo, una conexión de la fuente de luz LED 10 al suministro de potencia 20 después de una energización de la potencia 20. Un atenuador de LED 29 del suministro de potencia 40 20 funciona para controlar la atenuación deseada de la fuente de luz LED 10 que proporciona una señal de control CS al interruptor de control de LED 24. La señal de control CS puede estar en una de muchas formas convencionales, tal como, por ejemplo, una señal de modulación de ancho de pulso ("PWM").

45 Un circuito de detección de cortocircuito/abierto 30 proporciona una señal de detección DS como una indicación de una condición de cortocircuito o una condición abierta de la fuente de luz LED 10 en base a la tensión LED  $V_{LED}$  aplicado a la fuente de luz LED 10.

50 La configuración de cada componente 21-30 del suministro de potencia 20 no tiene límite. Además, el acoplamiento entre los componentes 21-30 de la potencia de alimentación 20 puede lograrse de numerosas formas (por ejemplo, eléctrica, óptica, acústica y/o magnética). Por lo tanto, el número de realizaciones del suministro de potencia 20 es esencialmente ilimitado.

55 La Figura 2 ilustra un diagrama esquemático de una realización 120 del suministro de potencia 20 (Figura 1) para una realización 110 de la fuente de luz LED 10 (Figura 1) hecha según la presente invención. El suministro de potencia 120 emplea un transformador flyback con retroalimentación de corriente a través de un IC corrector del factor de potencia ("PFC") para suministrar potencia a la fuente de luz LED 110. Con este fin, el suministro de potencia 120 incluye una carga EMI 121, un convertidor CA/CC ("CA/CC") 122, un transformador 123, un corrector de factor de potencia 124, un controlador de realimentación 125, un optoacoplador 126, un interruptor de control de LED 127, un atenuador LED PWM 129, resistencias R1-R7, condensadores C1-C5, diodos D1-D3, diodos zener Z1-Z3 y un MOSFET Q1 como se ilustra en la Figura 2.

65 Se suministra tensión al suministro de potencia 120 a  $V_{ENT}$  a la carga EMI 121. La tensión puede ser una entrada ac y normalmente es de 50/60 Hertz a 120/230 Arms. La carga EMI 121 bloquea la interferencia electromagnética en la entrada. CA/CC 122 puede ser un puente rectificador y convierte la salida de ac de la carga EMI 120 en dc. El transformador 123 incluye un devanado primario W1, W4 y W5 y una pluralidad de devanados secundarios W2 y W3. Los devanados W1/W2 constituyen el transformador flyback para alimentar la fuente de luz LED 110. El

transformador flyback se controla por PFC 124, que es un circuito integrado corrector del factor de potencia, tal como el modelo L6561 fabricado por ST Microelectronics, Inc.

- 5 El transformador flyback transfiere potencia a la fuente de luz LED 110 donde la corriente de LED y la tensión LED se controlan por control de retroalimentación. El funcionamiento del convertidor directo de los devanados W1/W3 carga un condensador C3 y se genera una señal de corriente de referencia entre una serie de resistencia R4 y un zener Z2. La tensión máxima a través del capacitor C3 depende de la relación de vueltas W1/W3. La tensión dc de salida del funcionamiento flyback de los devanados W1/W2 no puede usarse para generar la señal de corriente de referencia ya que la tensión dc de salida a través de la fuente de luz LED 110 puede tener un amplio rango, desde 2,6 voltios dc para una lámpara LED hasta aproximadamente 32 voltios dc para 8 LED en serie. En su lugar, puede usarse el funcionamiento del convertidor directo de los devanados W1/W3. El funcionamiento del convertidor directo de los devanados W1/W5 también puede usarse para suministrar potencia a los circuitos integrados, tal como el PFC 124.
- 10 Una corriente de LED detectada  $I_{SE}$  fluye a través de la resistencia R1, que está en serie con la fuente de luz LED 110 mediante el interruptor de control de LED 127. Un representante de tensión de la corriente de LED detectada  $I_{SE}$  se aplica a una entrada no inversora de un comparador U1. Una tensión LED detectada  $V_{SE}$  se proporciona por el diodo zener Z1. La corriente de LED detectada  $I_{SE}$  y la tensión LED detectado  $V_{SE}$ , así como una referencia de tensión  $V_{REF}$  se alimentan al controlador de retroalimentación 125, por lo que una retroalimentación de tensión  $V_{FB}$  desde el controlador de retroalimentación 125 acciona un optoacoplador 126 mediante la resistencia R7. Al generar retroalimentación de tensión  $V_{FB}$ , el controlador de retroalimentación 125 emplea un par de comparadores U1 y U2, resistencias R8-R12 y un capacitor C6 como se ilustra en la Figura 2.
- 15 El controlador de retroalimentación 125 es necesario ya que los optoacopladores tienen un amplio rango de relaciones de transferencia de corriente (CTR). El controlador de retroalimentación 125 mantiene una retroalimentación de tensión precisa  $V_{FB}$  para evitar así grandes errores en la corriente de LED que fluye a través de la fuente de luz LED 110. El optoacoplador 126 aísla el circuito de dc que alimenta la fuente de luz LED 110 del suministro de potencia del circuito de ac en la carga EMI 120, que están los dos circuitos en los lados opuestos del transformador 123.
- 20 30 La salida del optoacoplador 126 se conecta al PFC 124, que suministra una señal de activación de puerta al MOSFET Q1. El control del MOSFET Q1 ajusta el flujo de corriente a través del devanado W1 del transformador 123 para coincidir con la demanda de potencia de la fuente de luz LED 110. La señal de referencia interna de 2,5 V y un circuito de compensación interno del PFC 124 mantienen la caída de tensión a través de una resistencia R6 a 2,5 V.
- 25 35 Aunque este ejemplo usa MOSFET Q1 para ajustar la corriente del transformador, las realizaciones alternativas pueden usar otros tipos de transistores para ajustar la corriente, como un transistor bipolar de puerta aislada ("IGBT") o un transistor bipolar. La entrada a PFC 124 en  $Z_{CD}$  proporciona una señal de reinicio alimentada desde los devanados W2/W4.
- 40 45 50 55 60 65 El diodo Zener Z1 también proporciona protección contra sobre tensión para la fuente de luz LED 110. Específicamente, el diodo zener Z1 se conecta a la conexión de salida de la fuente de luz LED 110 y fija la tensión de salida a un valor máximo especificado. La tensión operativo nominal del zener se selecciona para estar justo por encima de la tensión de salida máxima especificado. En el caso de un circuito abierto de salida, el funcionamiento de flyback de los devanados W1/W2 del transformador 123 continuaría para generar la tensión de salida. La tensión de salida creciente enciende el diodo zener Z1 para aumentar así la cantidad de retroalimentación a la resistencia R6 desde el controlador de retroalimentación 125 mediante la resistencia R7 y el optoacoplador 126. Esto limita la señal de activación de puerta al MOSFET Q1, que evita que el convertidor flyback genere la tensión de salida a la fuente de luz LED 110 más allá de una tensión máxima especificado. De manera similar, el diodo zener Z3 conectado desde el devanado de reinicio W4 a la resistencia R6 evitara el sobre tensión de salida debido a un mal funcionamiento del controlador de retroalimentación 125. En realizaciones alternativas, el diodo zener Z3 puede omitirse en función del grado de protección de control requerido para una aplicación particular.
- 70 El interruptor de control de LED 127 incluye un interruptor SW1 en forma de MOSFET y un interruptor SW2 en forma de transistor bipolar. Los interruptores SW1 y SW2 pueden estar en otras formas convencionales, tal como, por ejemplo, un IGBT. Como se ilustra, un drenaje del interruptor MOSFET SW1 se conecta a la fuente de luz LED 110. Una puerta del interruptor MOSFET SW1 se conecta a un colector del interruptor bipolar SW2. Una fuente del interruptor MOSFET SW1 y una base del interruptor bipolar SW2 se conectan a la resistencia R1 y al controlador de retroalimentación 125. Un emisor del interruptor bipolar SW2 se conecta a tierra. En funcionamiento, el interruptor SW1 se enciende y el interruptor SW2 se apaga cuando la corriente de LED está por debajo del pico deseado. Este modo permite un funcionamiento normal de los componentes frontales de suministro de potencia 120. Por el contrario, el interruptor SW1 se apaga y el interruptor SW2 se enciende cuando la corriente de LED excede el pico deseado. Esto limita el pico de la corriente de LED a un nivel seguro por lo que se evita el daño a la fuente de luz LED 110. Como se apreciará por un experto en la técnica, el interruptor de control de LED 127 es particularmente útil en una conexión de la fuente de luz LED 110 a un suministro de potencia energizada 120 por lo que el condensador C2 descarga la energía almacenada a la fuente de luz LED 110 con una corriente que tiene un pico fijo para evitar así daños a la fuente de luz LED 110.

El interruptor MOSFET SW1 puede operarse por un controlador de compuerta convencional (no se muestra) o por un atenuador LED PWM ilustrado 128.

- 5 El atenuador LED PWM 128 proporciona una señal PWM (no se muestra) al interruptor MOSFET SW1 en respuesta a un comando de atenuación externo  $V_{CC}$ . El atenuador LED PWM 128 ajusta el ciclo de trabajo de la señal PWM para producir así una salida de la luz deseada desde la fuente de luz LED 110. El atenuador LED PWM 128 es particularmente útil para producir un nivel mínimo de atenuación preciso y sensible a la temperatura para la fuente de luz LED 110.
- 10 El atenuador LED PWM 128 incluye un diodo D4 y un diodo D5 conectados a la puerta del interruptor MOSFET SW1. Un comparador U3 del atenuador LED PWM 128 tiene la forma de un amplificador operacional que tiene una salida conectada al diodo D4 y una entrada no inversora para recibir un comando de atenuación  $V_{CC}$ . Un circuito multivibrador astable convencional 129 del atenuador LED PWM 128 se conecta al diodo D5. Un generador de rampa del atenuador LED PWM 128 incluye una resistencia R16 conectada al diodo D5 y una puerta del transistor Q2 en forma de un MOSFET. El transistor Q2 puede tener otras formas, tal como, por ejemplo, un IGBT. El generador de rampa incluye además un amplificador operacional U4. Una resistencia R15, una resistencia R17, un drenaje del transistor bipolar Q2, un condensador C7 y una entrada inversora del comparador U3 se conectan a una entrada no inversora del amplificador operacional U4. La resistencia R15 además se conecta a una salida del amplificador operacional U4. Una resistencia R13 se conecta a la salida y una entrada inversora del amplificador operacional U4. Una resistencia R14 se conecta a la entrada inversora del amplificador operacional U4 ya tierra. La fuente del transistor MOSFET Q2 y el condensador C7 se conectan a tierra. La resistencia R17 además se conecta a una fuente de tensión CC.
- 15 En funcionamiento, el atenuador LED PWM 128 logra un nivel mínimo de atenuación preciso e insensible a la temperatura para la fuente de luz LED 110. Específicamente, el circuito multivibrador astable 129 produce un ancho de pulso mínimo (por ejemplo,  $T_{ENC,MÍN}$  que se ilustra en la Figura 3). La duración del ancho de pulso mínimo es una función de la resistencia y la capacitancia del circuito multivibrador astable 129. Por tanto, el ancho de pulso mínimo es preciso e insensible a la temperatura. El generador de rampa produce una señal de rampa (por ejemplo,  $RS$  que se ilustra en la Figura 3), que se restablece periódicamente por el ancho de pulso mínimo. La señal de rampa se suministra a la entrada inversora del comparador U3, por lo que se compara la señal de rampa y el comando de atenuación  $V_{CC}$  produce un ancho de pulso objetivo en la salida del comparador U3 (por ejemplo,  $T_{ENC}$  que se ilustra en la Figura 3). El ancho de pulso mínimo y el ancho de pulso objetivo se combinan para proporcionar la señal PWM en la puerta del interruptor MOSFET SW1. Como tal, la señal PWM consiste en el ancho de pulso objetivo superpuesto al ancho de pulso mínimo cuando el comando de atenuación  $V_{CC}$  excede o es igual a la señal de rampa.
- 20 30 Por el contrario, la señal PWM consiste exclusivamente en el ancho de pulso mínimo cuando la señal de rampa excede el comando de atenuación de tensión  $V_{CC}$ .
- 35 En la práctica, un rango adecuado para el comando de atenuación de tensión  $V_{CC}$  es de 0 a 10 voltios.

#### 40 Detección de cortocircuito/abierto

La Figura 4 ilustra una realización del circuito de detección de cortocircuito/abierto 130. Una caída de tensión LED  $V_{LD}$  a través de la fuente de luz LED 110 aplicada entre un nodo N1 y un nodo N2, y una tensión de entrada  $V_{ENT}$  se aplica entre el nodo N2 y una referencia común. La caída de tensión LED  $V_{LD}$  se aproxima a cero (0) voltios cuando la fuente de luz LED 110 (Figura 2) está en cortocircuito, y se aproxima a la tensión V del LEDLED de potencia regulada  $P_{REG}$  (Figura 1) cuando la fuente de luz LED 110 es un circuito abierto. La tensión de entrada  $V_{ENT}$  está típicamente en el rango de seis (6) voltios a dieciséis (16) voltios. Un comparador U3 en forma de amplificador operacional proporciona una señal de detección  $V_{DS}$  en un nivel alto para indicar una condición de "apagón de LED" de la fuente de luz LED 110 y en un nivel bajo para indicar un funcionamiento normal de la fuente de luz LED 110.

50 La condición de "apagón de LED" es indicativa de un cortocircuito o de una fuente de luz LED 110 abierta.

Voltaje de entrada  $V_{ENT}$  en la realización ilustrada es una tensión CC. Por lo tanto, puede usarse un convertidor de potencia de tipo dc-dc para suministrar energía a la fuente de luz LED 110 (Figura 2). En realizaciones alternativas, el circuito de detección 130 puede adaptarse para su uso en convertidores de potencia de tipo ac a dc.

55 Un emisor de un transistor Q3 en forma de transistor bipolar y un diodo zener Z4 también se conectan al nodo N1. El transistor Q3 puede tener otras formas convencionales, tal como, por ejemplo, un IGBT. Una resistencia R18, una resistencia R21 y una resistencia R22 también se conectan al nodo N2. Una base del transistor bipolar Q3 se conecta a la resistencia R18. El diodo Zener Z4, una resistencia R20 y una resistencia R21 se conectan a una entrada inversora del comparador U5. Un colector del transistor bipolar Q3, un diodo D6 y una resistencia R19 se conectan a un nodo N3.

60 La resistencia R19 y la resistencia R20 además se conectan a la referencia común. El diodo D6 y la resistencia R22 se conectan a una entrada no inversora del comparador U5.

Para un funcionamiento normal de la fuente de luz LED 110, la caída de tensión LED  $V_{LD}$  es mayor que la tensión de la unión base-emisor del transistor Q3, por lo que el transistor Q3 se enciende, el diodo D6 está en un estado no conductor y la tensión en el colector del transistor Q3 excede la tensión de entrada  $V_{ENT}$ . Como resultado, la tensión de entrada  $V_{ENT}$  se aplica a la entrada inversora del comparador U3. La tensión de conducción del diodo zener Z4 se

5 escoge para que esté por encima de la caída de tensión LED  $V_{LD}$  y por lo tanto el diodo zener Z4 está en un estado no conductor. Como resultado, una tensión aplicada a la entrada no inversora del comparador U2 igualará la tensión de entrada  $V_{ENT}$  reducido por un factor divisor de tensión establecido por la resistencia R20 y la resistencia R21. La salida del comparador U5 será baja (por ejemplo, cerca de tierra) ya que la tensión aplicada a la entrada inversora excede la tensión aplicada a la entrada no inversora.

10 Para una condición de matriz abierta de la fuente de luz LED 110, la caída de tensión LED  $V_{LD}$  se aproxima a la tensión LED  $V_{LED}$  de potencia regulada  $P_{REG}$ , que se escoge para que sea mayor que la tensión del diodo zener Z4. La caída de tensión LED  $V_{LD}$  es mayor que la tensión de la unión base-emisor del transistor Q3, por lo que el transistor Q3 se enciende y la tensión en el transistor colector Q3 excede la tensión de entrada  $V_{ENT}$ . Como resultado, la tensión de entrada  $V_{ENT}$  se aplica a la entrada inversora del comparador U3. La tensión de conducción del diodo zener Z4 es menor que la caída de tensión LED  $V_{LD}$  y el diodo zener Z4 está por lo tanto en un estado conductor. Como resultado, una tensión aplicada a la entrada no inversora del comparador U5 igualará la suma de la tensión de entrada  $V_{ENT}$  y la caída de tensión LED  $V_{LD}$  menos la tensión conductora del diodo D6. La salida del comparador U5 será alta (por ejemplo, cerca de la tensión de entrada  $V_{ENT}$ ) ya que la tensión aplicada a la entrada no inversora excede la tensión aplicada a la entrada inversora.

15 Para una condición de matriz corta de la fuente de luz LED 110, la caída de tensión LED  $V_{LD}$  se aproxima a cero (0) voltios. La caída de tensión LED  $V_{LD}$  es por lo tanto menor que la tensión de la unión base-emisor del transistor Q3, por lo que el transistor Q3 se apaga, la tensión en el transistor colector se reduce por la resistencia R19 y el diodo D6 se conduce. Como resultado, una tensión aplicada a la entrada inversora del comparador U5 igualará la tensión de entrada  $V_{ENT}$  reducido por un factor divisor de tensión establecido por la resistencia R19 y la resistencia R22. La tensión de conducción del diodo zener Z4 excede la caída de tensión LED  $V_{LD}$  y el diodo zener Z4 está por lo tanto en un estado no conductor. La salida del comparador U5 será alta (por ejemplo, cerca de la tensión de entrada  $V_{ENT}$ ) ya que la tensión aplicada a la entrada no inversora excede la tensión aplicada a la entrada inversora.

20 30 En una realización alternativa, se puede insertar un diodo zener adicional o una referencia de tensión en la trayectoria del emisor del transistor Q3 para detectar un nivel de tensión que no sea menor que la unión base-emisor del transistor Q3.

35 40 La Figura 5 ilustra un circuito de amplificación diferencial que tiene una salida de tensión  $V_o$  que pueden emplearse en el sensor de corriente de LED 25 (Figura 1) o el sensor de corriente de LED 26 (Figura 1). Una resistencia R23 y una resistencia R25 se conectan a una fuente de tensión compensada  $V_{APAGADO}$ . La resistencia R25, una resistencia R26 y una resistencia R28 se conectan a una entrada inversora de un amplificador operacional U6. Una resistencia R24 y una resistencia R27 se conectan a una entrada no inversora del amplificador operacional U6. La resistencia R23 y la resistencia R24 se conectan. La resistencia R28 además se conecta a una salida del amplificador operacional U6.

45 En funcionamiento, las tensiones aplicadas a las entradas del amplificador operacional U6 son inferiores a la tensión de alimentación  $V_{dd}$  independientemente del tamaño de la resistencia R23. En una realización, las resistencias R25 y R26 se escogen para aplicar la mitad de la tensión de compensación  $V_{APAGADO}$  a la entrada inversora del amplificador operacional U6, y las resistencias R24 y R27 se escogen para obtener un rechazo de modo común apropiado (por ejemplo, la resistencia R28 es igual a una combinación en paralelo de la resistencia R26 y R28). Como resultado, la ganancia del amplificador operacional U6 puede ajustarse como se desee.

## REIVINDICACIONES

1. Un suministro de potencia (20) para alimentar una fuente de luz LED (10, 110), comprendiendo dicho suministro de potencia (20):
- 5                         un convertidor CA/CC (22, 122) que se dispone para convertir una tensión CA en una tensión CC;
- 10                        un convertidor de potencia (23) adaptado para recibir dicha tensión CC y generar una potencia regulada para la fuente de luz LED, la potencia regulada incluye una tensión de fuente de luz LED y una corriente de fuente de luz LED;
- 15                        un sensor de tensión (26, Z1) que se dispone para proporcionar una tensión detectada indicativa de una magnitud de la tensión de la fuente de luz LED, un sensor de corriente (25, R1) que se dispone para proporcionar una corriente detectada indicativa de la magnitud de la corriente de la fuente de luz LED, y un controlador de retroalimentación (27, 125) que se dispone para proporcionar una señal de retroalimentación al convertidor de potencia (23) en base a la tensión detectada y la corriente detectada;
- 20                        en el que la generación de la potencia regulada es controlada por la señal de retroalimentación, caracterizado porque el suministro de potencia (20) comprende además un interruptor de control de LED (24, 127) que se dispone para limitar un pico de la corriente de la fuente de luz LED cuando la fuente de luz LED (10, 110) se conecta al suministro de potencia después de una activación al suministro de potencia, en el que dicho interruptor de control de LED (24, 127) incluye:
- 25                        un interruptor (SW1) operable para establecer una trayectoria de corriente desde la fuente de luz LED (10) a dicho convertidor de potencia (23) cuando la corriente de la fuente de luz LED está por debajo de un umbral máximo, dicho interruptor (SW1) operable además para apagar y limitar así la trayectoria de corriente cuando la corriente de la fuente de luz LED está por encima del umbral máximo.
- 25                        2. El suministro de potencia (20) de la reivindicación 1, que comprende además:
- 30                        un atenuador LED PWM (29) operable para proporcionar una señal de modulación de ancho de pulso a dicho interruptor (SW1) en respuesta a un comando de atenuación externo,
- 35                        en el que dicha señal de modulación de ancho de pulso tiene un ancho de pulso objetivo en respuesta al comando de atenuación que excede una señal de rampa, y
- 40                        en el que dicha señal de modulación de ancho de pulso tiene un ancho de pulso mínimo en respuesta a la señal de rampa que excede el comando de atenuación.
- 35                        3. El suministro de potencia (20) de la reivindicación 2, en el que dicho atenuador LED PWM (29) incluye:
- 40                        un circuito multivibrador astable (129) operable para establecer el ancho de pulso mínimo de una manera precisa e insensible a la temperatura.
- 45                        4. El suministro de potencia (20) de la reivindicación 2, en el que dicho atenuador LED PWM (29) incluye:
- 45                        un comparador (U3) operable para establecer el ancho de pulso objetivo en respuesta a la recepción del comando de atenuación y la señal de rampa.
- 50                        5. El suministro de potencia (20) de la reivindicación 4, en el que dicho atenuador LED PWM (29) incluye además:
- 50                        un generador de rampa operable para proporcionar la señal de rampa a dicho comparador (U3), en el que la señal de rampa producida por el generador de rampa se restablece periódicamente por el ancho de pulso mínimo.
- 55                        6. El suministro de potencia (20) de la reivindicación 1, que comprende además:
- 55                        un circuito de detección (30) operable para proporcionar una señal de detección indicativa de una condición de funcionamiento de la fuente de luz LED (10) asociada con la tensión de la fuente de luz LED,
- 60                        en el que la señal de detección tiene un primer nivel representativo de una condición de carga de la fuente de luz LED (10), y
- 65                        en el que la señal de detección tiene un segundo nivel representativo de una condición corta o una condición abierta de la fuente de luz LED (10).
- 55                        7. El suministro de potencia (20) de la reivindicación 6, en el que la condición de funcionamiento de la carga indica una magnitud de caída de tensión LED a través de la fuente de luz LED (10) que está entre cero voltios y la tensión de la fuente de luz LED.
- 60                        8. El suministro de potencia (20) de la reivindicación 6, en el que la condición de funcionamiento corta indica que la magnitud de una caída de tensión LED a través de la fuente de luz LED (10) se aproxima a cero voltios.
- 65                        9. El suministro de potencia (20) de la reivindicación 6, en el que la condición de funcionamiento abierta indica que la magnitud de una caída de tensión LED a través de la fuente de luz LED (10) se aproxima a la tensión de la fuente de luz LED.

10. El suministro de potencia (20) de la reivindicación 1, en el que dicho sensor de corriente (25) incluye:  
un amplificador operacional (U6), y  
medios para ajustar una ganancia de dicho amplificador operacional (U6).
- 5 11. El suministro de potencia (20) de la reivindicación 1, en el que dicho sensor de tensión (26) incluye:  
un amplificador operacional (U6), y  
medios para ajustar una ganancia de dicho amplificador operacional (U6).
- 10 12. Un circuito que comprende:  
el suministro de potencia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y  
la fuente de luz LED (10, 110).
- 15 13. El circuito de la reivindicación 12, en el que:  
la fuente de luz LED (10, 110) comprende además un LED de color.
- 20 14. El circuito de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, en el que:  
la tensión de la fuente de luz LED está dentro del rango de 2,6 voltios para un LED a aproximadamente 32 voltios  
para ocho LED en serie.

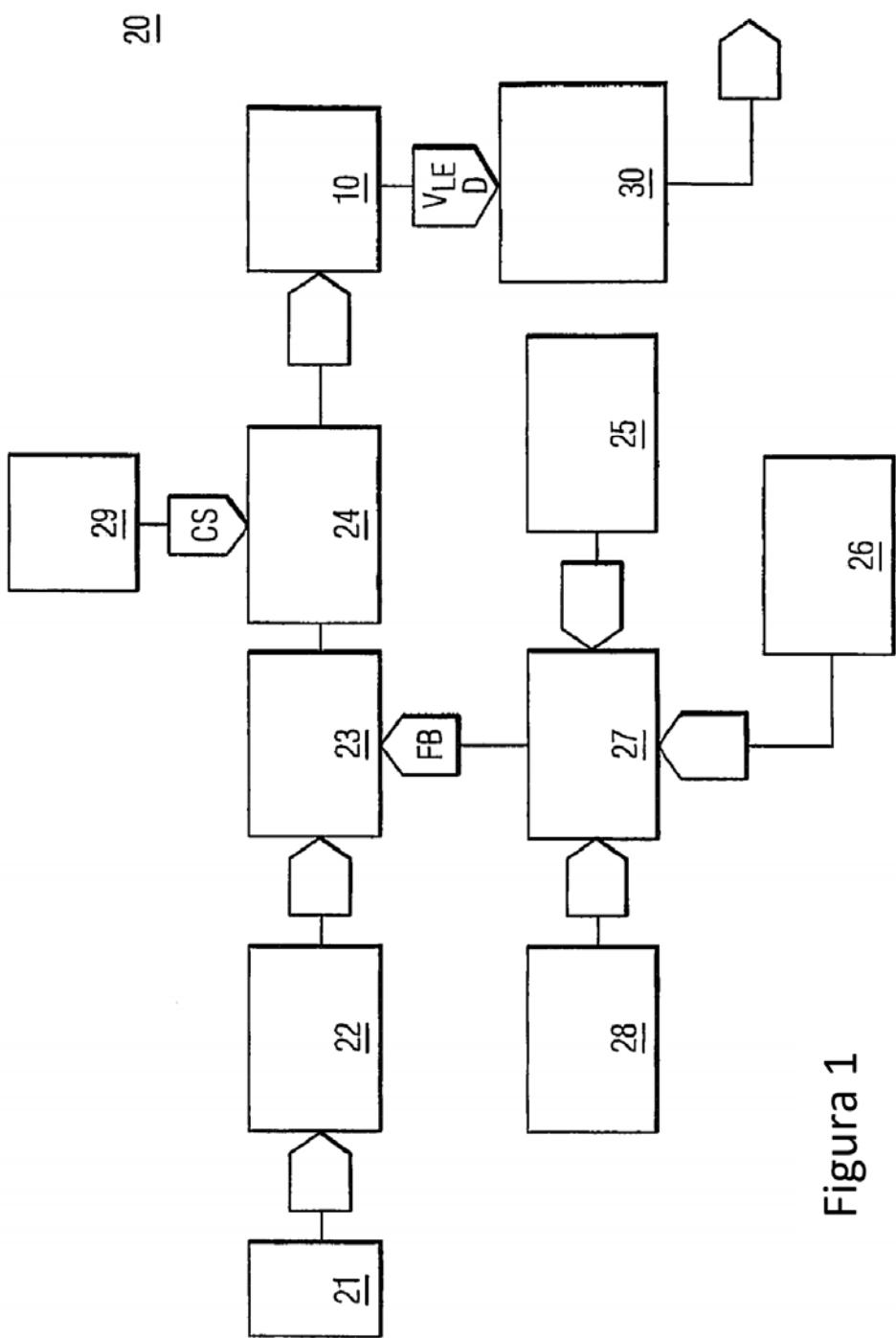


Figura 1

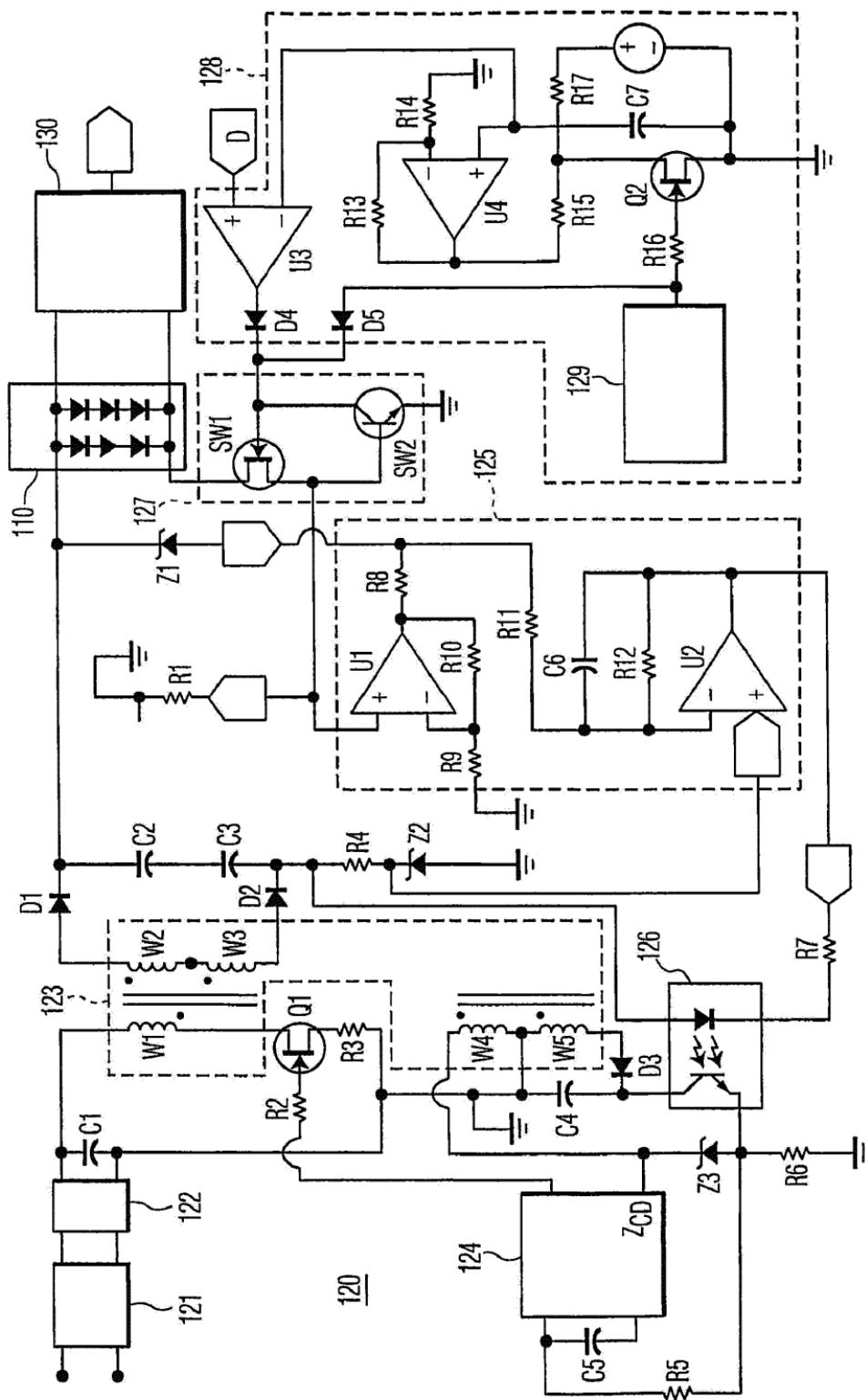


Figura 2

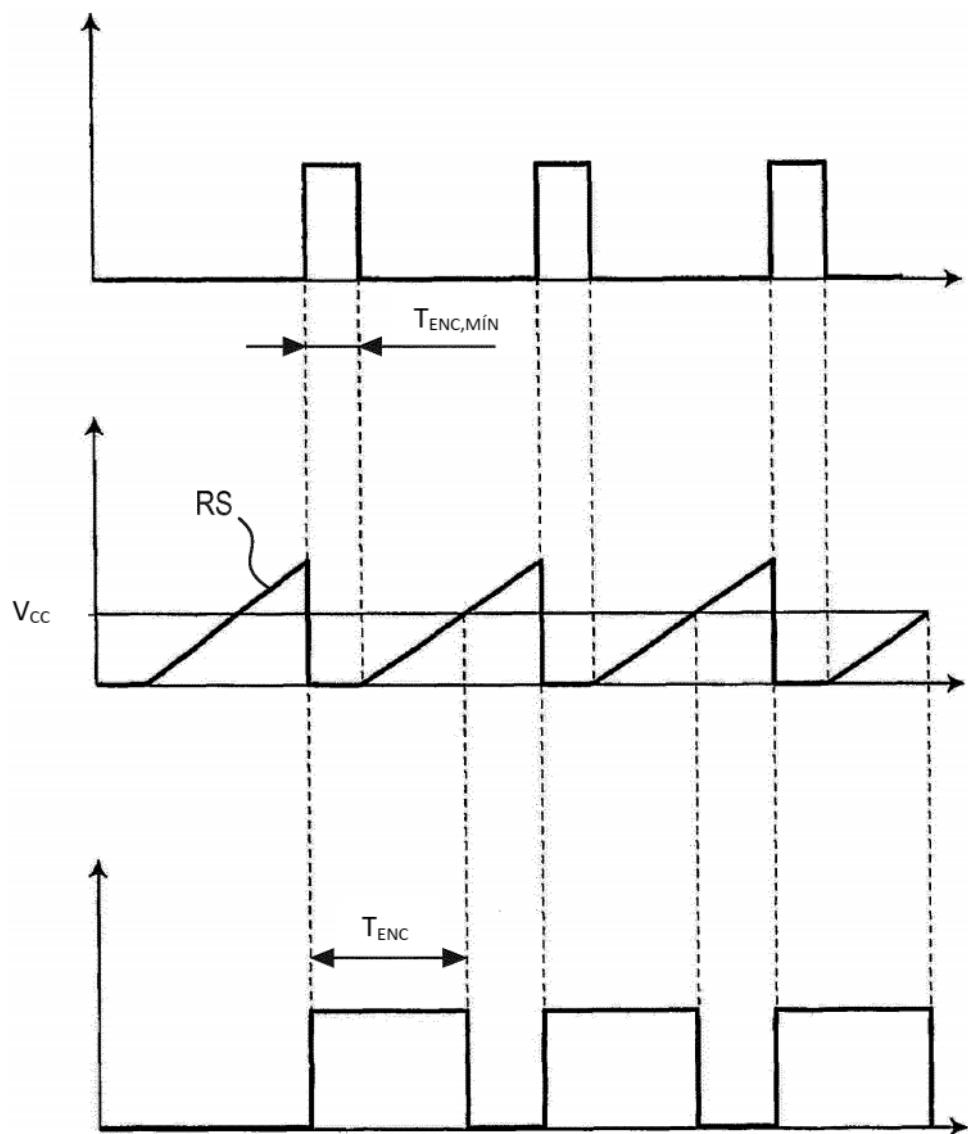


Figura 3

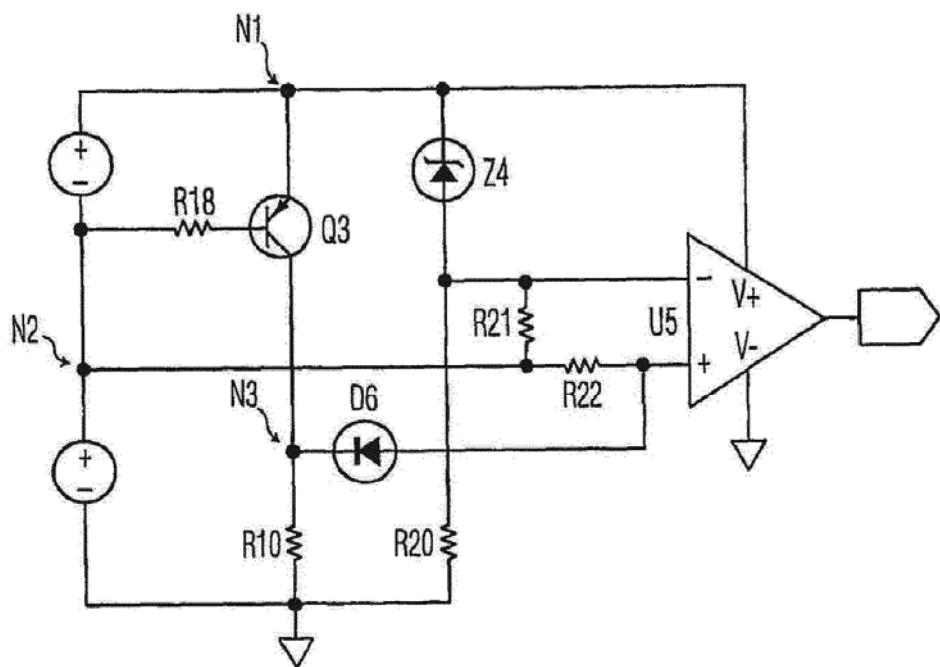


Figura 4

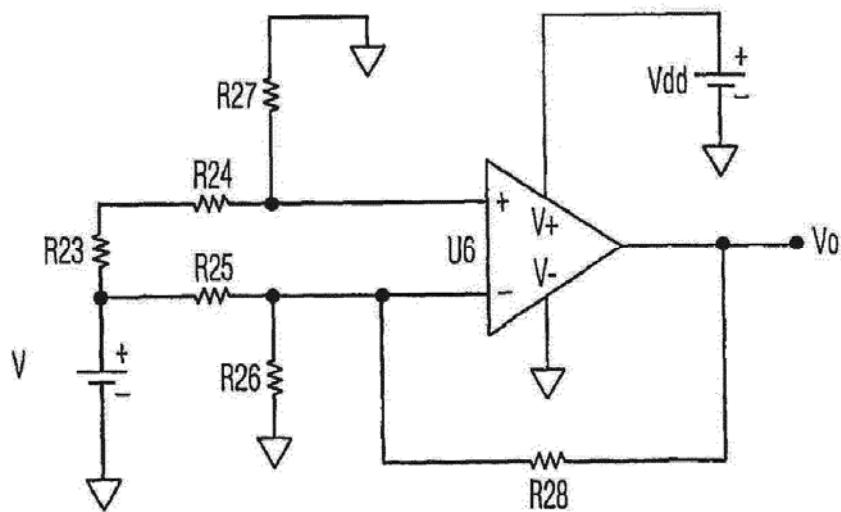


Figura 5