

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 322**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05759404 .6**  
96 Fecha de presentación: **23.06.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1776628**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.04.2007**

54 Título: **Circuito de excitación y control de corriente constante conmutada**

30 Prioridad:  
**30.06.2004 US 583607 P**  
**06.04.2005 US 101046**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**11.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**11.04.2012**

73 Titular/es:  
**KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.**  
**GROENEWOUDSEWEG 1**  
**5621 BA EINDHOVEN, NL**

72 Inventor/es:  
**ROBINSON, Shane;**  
**JUNGWIRTH, Paul y**  
**TOMA, Ion**

74 Agente/Representante:  
**Zuazo Araluze, Alexander**

**ES 2 378 322 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 excitación y control de corriente constante conmutada.

**Campo de la invención.**

5 La presente invención se refiere al campo de los circuitos excitadores, y más particularmente, a circuitos de excitación que proporcionan fuentes de corriente constante conmutada para dispositivos electrónicos tales como elementos emisores de luz.

**Antecedentes**

10 Avances recientes en el desarrollo de diodos emisores de luz (LED) semiconductores y diodos emisores de luz orgánicos (OLED) han hecho que estos dispositivos sean adecuados para su uso en aplicaciones de iluminación general, incluyendo el alumbrado arquitectónico, de espectáculos y de calzadas, por ejemplo. Así, estos dispositivos se están volviendo cada vez más competitivos frente a fuentes de luz tales como las lámparas incandescentes, fluorescentes y de descarga de alta intensidad.

15 Los diodos emisores de luz son dispositivos excitados por corriente, lo que significa que la cantidad de corriente que pasa a través de un LED controla su brillo. Con el fin de evitar variaciones en el brillo entre dispositivos adyacentes, la corriente que fluye a través de los LED y sus circuitos de control debe corresponderse estrechamente. Los fabricantes han implementado varias soluciones para hacer frente a la necesidad de controlar estrechamente la cantidad de corriente que fluye a través de los LED. Una solución es mantener una corriente constante que fluye a través de los LED usando un circuito de corriente constante lineal. Sin embargo, un problema con el uso de un  
20 circuito de corriente constante lineal es que el circuito de control disipa una gran cantidad de energía, y en consecuencia, requiere grandes dispositivos de alimentación y disipadores de calor. Además, cuando se atenúa cualquier sistema de corriente constante no conmutada, normalmente no puede lograrse del 0 al 100% de la atenuación. Por ejemplo, a niveles de corriente inferiores, algunos LED permanecerán encendidos mientras que otros, con tensiones directas superiores, no.

25 Se ha intentado una solución más eficiente energéticamente que usa un regulador reductor-elevador para generar una alimentación de tensión común regulada para el lado alto de las redes de LED. Entonces se usan resistencias autorreguladoras de lado bajo para ajustar la corriente de LED, y se usan resistencias separadas para monitorizar la corriente. Por ejemplo, la patente estadounidense n.º 6.362.578 proporciona un método en el que se usa un convertidor de tensión con realimentación para mantener una tensión de carga constante a través de una serie  
30 hileras de LED y se usan resistencias de polarización para el control de la corriente. Se conecta un transistor en el lado bajo de los LED y se conmuta con modulación por ancho de pulsos (PWM) para el control del brillo. Este diseño proporciona control de atenuación completo cuando se conmuta la corriente, pudiéndose mantener la misma corriente cuando el conmutador de PWM está encendido, mientras que no se permite corriente cuando el conmutador está apagado. La corriente promedio es entonces igual al ciclo de trabajo multiplicado por el nivel de corriente en estado encendido. El problema con estos tipos de diseños es que son ineficaces debido a las pérdidas  
35 de energía en la resistencia de polarización, y pueden requerir resistencias adaptadas para controlar la corriente de manera precisa.

La patente estadounidense n.º 4.001.667 también da a conocer un circuito de lazo cerrado que proporciona pulsos de corriente constante, sin embargo, este circuito no permite un control completo del ciclo de trabajo sobre los LED.

40 La patente estadounidense n.º 6.586.890 da a conocer un método que usa realimentación de corriente para ajustar la energía para los LED con una señal de PWM de baja frecuencia suministrada a la fuente de alimentación con el fin de reducir el brillo de los LED cuando están en modo de atenuación. El problema con este método es que si la señal de baja frecuencia está dentro del intervalo de 20 Hz a 20.000 Hz, tal como se da a conocer, la fuente de alimentación puede producir ruido audible. Además, las frecuencias de conmutación en este intervalo pueden ciclar térmicamente los LED reduciendo probablemente por tanto la fiabilidad y la vida útil del dispositivo.

45 La patente estadounidense n.º 6.734.639 B2 da a conocer un método para controlar sobremodulaciones de un circuito de excitación conmutado para redes de LED por medio de un convertidor de tensión combinado con un circuito de muestreo y retención adaptado. La señal de conmutación que controla los LED está asociada a una señal para habilitar y deshabilitar el convertidor de tensión y por tanto conmuta tanto la carga como la alimentación. La señal que controla la conmutación de la carga está polarizada de manera que hace funcionar el conmutador  
50 esencialmente en su región lineal con el fin de proporcionar control de corriente máxima que puede dar como resultado pérdidas de energía dentro del conmutador, reduciendo de ese modo la eficiencia global del sistema. Además, esta configuración se define como aplicable para frecuencias en el intervalo de 400 Hz y no permite conmutación de alta frecuencia de la carga por ejemplo a frecuencias superiores a 20 kHz que es aproximadamente el intervalo umbral audible.

55 La solicitud de patente estadounidense n.º 2004/0036418 da a conocer además un método de excitación de varias hileras de LED en el que se usa un convertidor para variar la corriente a través de los LED. Se implementa un conmutador de corriente para proporcionar realimentación. Este método es similar a usar un convertidor reductor

convencional y puede proporcionar una forma eficaz para controlar la corriente a través de los LED. Surge un problema, sin embargo, cuando múltiples hileras de LED requieren diferentes tensiones directas. En este caso, se usan conmutadores de transistor de lado alto como resistencias variables para limitar la corriente para la hilera de LED apropiada. Estos conmutadores de transistor de lado alto pueden inducir grandes pérdidas y disminuir la eficiencia global del circuito. Además, este circuito no permite obtener un rango completo de atenuación.

Sherman, L en "Logic power drives high-intensity LEDs", en Electronic design, Penton media, Cleveland, OH, EE.UU., vol. 45, n.º 23, 23 de octubre de 1997, páginas 142, 144, XP000752929 ISSN: 0013-4872 da a conocer que la excitación de LED de alta intensidad en serie garantiza un brillo uniforme, pero este enfoque normalmente requiere una tensión de alimentación mayor que la tensión directa total a través de la hilera de LED. Un convertidor elevador en modo de conmutación puede excitar de manera eficaz la hilera de LED a partir de entradas menores que la tensión directa de los LED, pero tales circuitos normalmente no pueden regular también la corriente a través de los LED. Por tanto, se propone añadir algunas resistencias y dos transistores normales y corrientes que permitan que el circuito eleve la tensión y regule la corriente al mismo tiempo.

Por tanto, existe la necesidad de un circuito excitador de corriente constante conmutada que proporcione de manera eficaz tensiones a múltiples dispositivos electrónicos según la polarización directa requerida, de ese modo sin el uso de transistores o resistencias de polarización. Además, existe la necesidad de atenuar de manera eficaz elementos emisores de luz mientras se mantiene una corriente constante conmutada.

### Sumario de la invención

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un circuito de excitación y control con salida de corriente constante conmutada. Según la presente invención se proporciona un dispositivo de excitación y control para proporcionar una corriente conmutada deseada a una carga que incluye una hilera de uno o más dispositivos electrónicos, según las características de la reivindicación 1.

### Breve descripción de las figuras

La figura 1a ilustra una representación esquemática de un sistema de iluminación según una realización de la presente invención.

La figura 1b ilustra una representación esquemática de un sistema de iluminación según otra realización de la presente invención.

La figura 1c ilustra una representación esquemática de un sistema de iluminación según otra realización de la presente invención.

La figura 1d ilustra una representación esquemática de un sistema de iluminación según otra realización de la presente invención.

La figura 1e ilustra una representación esquemática de un sistema de iluminación según otra realización de la presente invención.

La figura 1f ilustra una representación esquemática de un sistema de iluminación según otra realización de la presente invención.

La figura 2a ilustra una representación gráfica de la corriente relativa que puede fluir a través de la carga en un circuito de la técnica anterior en el que se conmuta el convertidor de tensión.

La figura 2b ilustra una representación gráfica de la corriente relativa que puede fluir a través de la carga en un sistema de iluminación según una realización de la presente invención en la que se conmuta la carga.

La figura 3 ilustra una representación esquemática de un sistema de iluminación según una realización de la presente invención en la que múltiples hileras de elementos emisores de luz se excitan por una única fuente de alimentación.

La figura 4a ilustra una representación gráfica de la tres señales que entran en tres convertidores de tensión conectados a una fuente de alimentación según una realización de la presente invención, en la que estas señales están desfasadas unas respecto a otras.

La figura 4b ilustra una representación gráfica de la corriente total extraída de la fuente de alimentación durante la entrada de las señales de la figura 4a.

La figura 4c ilustra una representación gráfica de la tres señales que entran en tres convertidores de tensión conectados a una fuente de alimentación según una realización de la presente invención, en la que estas señales no están desfasadas unas respecto a otras.

La figura 4d ilustra una representación gráfica de la corriente total extraída de la fuente de alimentación durante la

entrada de las señales de la figura 4c.

La figura 5 ilustra una representación esquemática de un acondicionador de señal según una realización de la presente invención.

5 La figura 6a ilustra una representación esquemática de una implementación del acondicionador de señal de la figura 5.

La figura 6b ilustra una representación esquemática de otra implementación del acondicionador de señal de la figura 5.

La figura 7 ilustra una representación esquemática de un acondicionador de señal según otra realización de la presente invención.

10 La figura 8 ilustra una representación esquemática de una implementación del acondicionador de señal de la figura 7.

La figura 9 ilustra una representación esquemática de un acondicionador de señal según otra realización de la presente invención.

15 La figura 10 ilustra una representación esquemática de una implementación del acondicionador de señal de la figura 9.

La figura 11 ilustra una representación esquemática de un sistema de iluminación según una realización de la presente invención en la que el lazo de realimentación está conectado en una configuración OR cableada.

### Descripción detallada de la invención

#### *Definiciones*

20 La expresión "fuente de alimentación" se usa para definir medios para proporcionar energía a partir de una fuente de energía a un conjunto de circuitos electrónicos, siendo la energía de un tipo, es decir CA o CC, y magnitud particulares. La entrada de fuente de energía en la fuente de alimentación puede ser de cualquier tipo y magnitud, y la salida de la fuente de alimentación también puede ser de cualquier tipo y magnitud.

25 La expresión "convertidor de tensión" se usa para definir un tipo de fuente de alimentación que se usa para convertir una tensión de entrada de una magnitud en una tensión de salida de otra magnitud.

La expresión "dispositivo electrónico" se usa para definir cualquier dispositivo en el que su nivel de funcionamiento depende de la corriente que se le suministre. Ejemplos de un dispositivo electrónico incluyen un elemento emisor de luz, un motor de CC, un diodo láser y cualquier otro dispositivo que requiera regulación de corriente, tal como entenderá fácilmente un experto en la técnica.

30 La expresión "elemento emisor de luz" se usa para definir cualquier dispositivo que emite radiación en una región particular o combinación de regiones del espectro electromagnético, por ejemplo la región visible, la región infrarroja y/o ultravioleta, cuando se activa, mediante la aplicación de una diferencia de potencial a través del mismo o haciendo pasar una corriente a través del mismo, por ejemplo. Ejemplos de elementos emisores de luz incluyen diodos emisores de luz (LED) semiconductores o diodos emisores de luz orgánicos (OLED) y otros dispositivos  
35 similares tal como se entenderá fácilmente.

El término "hilera" se usa para definir una multiplicidad dispositivos electrónicos conectados en serie o en paralelo o en una combinación serie-paralelo. Por ejemplo, una hilera de elementos emisores de luz puede hacer referencia a más de uno del mismo tipo de LED que pueden activarse todos simultáneamente aplicando una tensión a través de toda la hilera, haciendo así que todos ellos se exciten con la misma corriente tal como entenderá fácilmente un  
40 experto en la técnica. Una hilera en paralelo puede hacer referencia, por ejemplo, a N LED en M filas estando conectada cada fila en paralelo de manera que todos los NxM LED pueden activarse simultáneamente aplicando una tensión a través de toda hilera, haciendo que todos los NxM LED se exciten con  $\sim 1/M$  de la corriente total suministrada a toda la hilera.

45 El término "carga" se usa para definir uno o más dispositivos electrónicos o una o más hileras de dispositivos electrónicos a los que se suministra energía.

El término "iluminación" se usa para definir radiación electromagnética de una frecuencia o intervalo de frecuencias particular en cualquier región del espectro electromagnético, por ejemplo, las regiones visible, infrarroja y ultravioleta, o cualquier combinación de regiones del espectro electromagnético.

50 A menos que se defina de otro modo, todos los términos científicos y técnicos usados en el presente documento tienen el mismo significado que el que entiende comúnmente un experto en la técnica a la que pertenece esta invención.

La presente invención proporciona un método de excitación y control para dispositivos electrónicos en el que se desea que fluya una corriente constante a través de ellos así como dispositivos que pueden requerir una señal de control para su funcionamiento. Por ejemplo, este método puede usarse para proporcionar una fuente de corriente constante conmutada a elementos emisores de luz que se controlan usando una señal de modulación por ancho de pulsos (PWM), una señal de modulación por código de pulsos (PCM) o cualquier otro método de control digital conocido en la técnica. La presente invención proporciona además un método para proporcionar fuentes de corriente constante conmutada a una pluralidad de dispositivos electrónicos que tienen diferentes tensiones directas. Por ejemplo, si van a alimentarse múltiples hileras de elementos emisores de luz mediante una única fuente de alimentación, la presente invención proporciona un método para proporcionar tensiones individuales al lado alto de cada hilera y una corriente constante conmutada a través de cada hilera de elementos emisores de luz.

El dispositivo de excitación y control según la presente invención proporciona una corriente conmutada deseada a una carga que incluye una hilera de uno o más dispositivos electrónicos, y comprende uno o más medios de conversión de tensión, uno o más medios de control de atenuación, uno o más medios de realimentación y uno o más medios de detección. Los medios de conversión de tensión pueden ser un convertidor de CC-CC por ejemplo y basándose en una señal de control de entrada convierte la magnitud de la tensión de la fuente de alimentación en otra magnitud que se desea en el lado alto de la carga. Los medios de control de atenuación pueden comprender un conmutador tal como un FET, BJT, relé, o cualquier otro tipo de dispositivo de conmutación, por ejemplo, y proporciona control para la activación y desactivación de dicha carga. Los medios de realimentación se acoplan a los medios de conversión de tensión y a los medios de detección de corriente y proporcionan una señal de realimentación a los medios de conversión de tensión que es indicativa de la caída de tensión a través de los medios de detección de corriente que por tanto representa la corriente que fluye a través de la carga. Los medios de detección de corriente pueden comprender una resistencia fija, una resistencia variable, un inductor, o algún otro elemento que tenga una relación tensión-corriente predecible y por tanto proporcionarán una medición de la corriente que fluye a través de la carga basándose en una señal de tensión recogida. Basándose en la señal de realimentación recibida, los medios de conversión de tensión pueden ajustar posteriormente su tensión de salida de manera que se proporciona una corriente conmutada constante a la carga.

La figura 1a ilustra un circuito excitador y de control según una realización de la presente invención. La fuente 11 de alimentación está conectada al convertidor 12 de tensión, que proporciona una tensión adecuada en el extremo alto de la carga 15 de elemento emisor de luz. El convertidor 12 de tensión se conmuta interna o externamente a alta frecuencia con el fin de cambiar su tensión de entrada en una tensión de salida diferente en el nodo 101. En una realización, la frecuencia de conmutación puede variar, por ejemplo, entre aproximadamente 60 kHz y 250 kHz u otro intervalo de frecuencia adecuado tal como se entenderá fácilmente. En otra realización, la frecuencia de conmutación puede ser fija, por ejemplo a aproximadamente 260 kHz, 300 kHz. La atenuación de los elementos emisores de luz se proporciona mediante una señal 140 de control de atenuación, que puede ser una señal de PWM, PCM u otra señal, a través del transistor 13. Por tanto, para controlar el encendido y apagado de los elementos emisores de luz, la carga del circuito se conmuta digitalmente en lugar de conmutar el convertidor de tensión a una baja frecuencia para habilitarlo o deshabilitarlo, tal como se realiza en la técnica anterior. La presente invención tiene la ventaja de reducir los transitorios de conmutación y mejorar los tiempos de respuesta dentro del circuito, puesto que la conmutación de la carga requiere la conmutación de un único transistor solamente en contraposición a los múltiples componentes que requieren conmutación en un convertidor de tensión. Por ejemplo, la figura 2a ilustra una representación de la corriente relativa que puede fluir a través de la carga en un circuito en el que se conmuta el convertidor de tensión y la figura 2b ilustra una representación de la corriente relativa que puede fluir a través de la carga según una realización de la presente invención en la que se conmuta la carga. El tiempo 113 de subida y el tiempo 114 de caída de la señal ilustrada en la figura 2b pueden ser significativamente menores que el tiempo 111 de subida y el tiempo 112 de caída de la señal de la técnica anterior.

Además, varios factores incluyendo la temperatura de unión y el envejecimiento de los elementos emisores de luz pueden afectar a la corriente directa, produciendo por tanto variaciones en la caída de tensión directa a través de la carga 15 de elemento emisor de luz. Por tanto, se realimenta una señal 500 representativa de esta caída de tensión a través del acondicionador 19 de señal al convertidor 12 de tensión, que entonces ajusta su salida de tensión para mantener la corriente que fluye a través de la carga 15 de elemento emisor de luz. El mantenimiento constante de la corriente en estado encendido a través de los elementos emisores de luz puede permitir que se obtenga un brillo sustancialmente constante y predecible de los elementos emisores de luz, y también puede reducir el riesgo de poner en peligro la vida útil de los elementos emisores de luz, lo que puede ser resultado del hecho de superar su capacidad nominal de corriente. Por ejemplo, los paquetes de LED de un vatio, de alto flujo del estado de la técnica tienen una capacidad nominal para corriente promedio e instantánea de aproximadamente 350 y 500 mA, respectivamente. Puesto que la corriente puede controlarse estrechamente usando la presente invención, los elementos emisores de luz pueden hacerse funcionar en su capacidad nominal de corriente promedio sin riesgo de superar su capacidad nominal de corriente instantánea.

Además, pueden excitarse múltiples hileras de elementos emisores de luz usando una única fuente 21 de alimentación tal como se ilustra en la figura 3. Cada carga 241, 242 y 243 de elemento emisor de luz puede tener su propio convertidor 221, 222 a 223 de tensión, puesto que cada hilera puede tener una tensión directa total diferente. Cada convertidor 221, 222 a 223 de tensión se conmuta por tanto de manera apropiada para proporcionar la tensión directa requerida por las cargas 241, 242 a 243 de elemento emisor de luz, respectivamente, a las que se conecta.

Se envían de vuelta señales de realimentación representativas de la caída de tensión a través de las cargas 241, 242 y 243 de elemento emisor de luz al convertidor de tensión 221, 222 y 223 a través del acondicionador 291, 292 y 293 de señal, respectivamente. Una ventaja de dotar a cada hilera de elementos emisores de luz de un convertidor de tensión individual es que cada hilera de elementos emisores de luz puede hacerse funcionar aproximadamente en su capacidad nominal de corriente individual. Además, tener diferentes convertidores de tensión y medios para conmutar digitalmente la tensión para cada hilera puede permitir que cada hilera de elementos emisores de luz se atenúe esencialmente por un intervalo completo de desde el 0% hasta el 100%.

*Medios de conversión de tensión*

Los medios de conversión de tensión de la presente invención pueden ser cualquier medio para convertir una tensión de una magnitud procedente de una fuente de alimentación en una tensión de otra magnitud, basándose en una señal de entrada.

En la realización ilustrada en la figura 1a, puede usarse la fuente 11 de alimentación para convertir energía de CA en energía de CC por ejemplo, y los medios de conversión de tensión pueden ser un convertidor CC-CC. El convertidor CC-CC puede ser una fuente de alimentación en modo de conmutación (SMPS) reductor, tal como un convertidor reductor, por ejemplo. Puede usarse un convertidor reductor, u otro convertidor, con componentes externos convencionales tales como un diodo, un condensador, un inductor y componentes de realimentación. Los convertidores reductores están disponibles en paquetes de circuito integrado (IC) convencionales y junto con los componentes externos adicionales pueden realizar conversión CC-CC con una eficacia de aproximadamente el 90% o superior. Ejemplos de otros convertidores que pueden usarse en lugar de un convertidor reductor incluyen convertidores elevadores, convertidores reductores-elevadores, convertidores Cuk y convertidores de retorno.

El convertidor de tensión puede funcionar a una alta frecuencia para generar la tensión particular requerida por la hilera de elementos emisores de luz. Al hacer funcionar el convertidor de tensión a altas frecuencias, puede lograrse una fluctuación de baja tensión y alta eficacia en la señal de tensión de salida. Además, la conmutación a altas frecuencias puede permitir que la carga se conmute a frecuencias que son suficientemente altas como para estar fuera de intervalo de frecuencia audible y también puede ayudar a la reducción del ciclado térmico de los dispositivos electrónicos. Esto es una ventaja con respecto a la conmutación del convertidor de tensión al estado encendido y apagado que se realiza normalmente a bajas frecuencias, por ejemplo normalmente a menos de 1 kHz.

En una realización en la que van a excitarse múltiples hileras de elementos emisores de luz por una única fuente de alimentación, cada hilera de elementos emisores de luz se conecta a un convertidor de tensión, tal como se ilustra en la figura 3. Cada convertidor 221, 222 a 223 de tensión pueden conmutarse individualmente a una frecuencia particular, para producir las tensiones deseadas en los nodos 201, 202 a 203, respectivamente, con el fin de excitar las cargas 241, 242 a 243 de elemento emisor de luz, respectivamente. Por tanto, cada hilera de elementos emisores de luz puede conmutarse desde un 0 hasta un 100% de ciclo de trabajo para producir esencialmente la intensidad máxima y mínima que puede obtenerse por la señal de control que entra a través de los transistores 231, 232 a 233. Por tanto, todos los elementos emisores de luz pueden atenuarse de manera descendente hasta ciclos de trabajo muy bajos, además de poder emitir luz a intensidad esencialmente máxima. Una ventaja de la presente invención es que cada hilera puede tener una tensión directa diferente pero teniendo todavía una corriente constante y atenuación completa sin grandes pérdidas de energía.

En una realización en la que múltiples hileras de elementos emisores de luz requieren la misma alimentación de tensión en el extremo alto de las hileras, estas hileras de elementos emisores de luz pueden tener sus extremos altos conectados a un único convertidor de tensión. Los elementos emisores de luz pueden conectarse adicionalmente en una configuración en paralelo y/o en serie. La figura 1f ilustra una pluralidad de elementos emisores de luz interconectados en una disposición serie-paralelo según una realización de la presente invención. Esta configuración de elementos emisores de luz puede proporcionar un mejor equilibrio de la distribución de corriente entre los elementos emisores de luz, por ejemplo.

Además, en una realización de la presente invención en la que van a excitarse múltiples hileras de elementos emisores de luz por una única fuente de alimentación, la fase de una o más señales de frecuencia que entran en los convertidores de tensión puede estar desfasada. La figura 4a ilustra tres señales 41, 42 y 43 que entran en tres convertidores de tensión conectados a una fuente de alimentación, en la que estas señales están desfasadas unas respecto a otras. La figura 4b ilustra la corriente 44 total extraída de la fuente de alimentación durante la entrada de las señales ilustrada en la figura 4a. La figura 4c y la figura 4d ilustran tres señales 45, 46 y 47 de entrada que no están desfasadas unas respecto a otras y la corriente 48 total que sale de la fuente de alimentación, respectivamente. El desfase de estas señales de entrada puede permitir que la carga de la fuente de alimentación se equilibre esencialmente. Además, cuando las señales de entrada de los convertidores de tensión están desfasadas, la fuente de alimentación que alimenta los convertidores de tensión puede experimentar una frecuencia superior que cuando las señales de entrada no están desfasadas. Por tanto, a la salida de la fuente de alimentación se le pueden filtrar adicionalmente diversas fuentes de ruido a frecuencias inferiores.

*Medios de control de atenuación*

La atenuación de los elementos emisores de luz se realiza normalmente conmutando los dispositivos al estado encendido y apagado a una velocidad a la que el ojo humano percibe la salida de luz como un nivel de luz promedio basándose en el ciclo de trabajo en lugar de en una serie de pulsos de luz. La relación entre ciclo de trabajo e intensidad de luz puede ser por tanto lineal en todo el rango de atenuación. Tal como se describió anteriormente en relación con la figura 1a, puede proporcionarse atenuación usando una señal 140 de control de atenuación que entra a través del transistor 13. La carga puede conmutarse normalmente a una frecuencia que es inferior a la frecuencia de conmutación del convertidor 12 de tensión de modo que la fluctuación en la salida de la fuente de alimentación alcanza un promedio a lo largo del tiempo en que la carga está encendida. La conmutación de los elementos emisores de luz a una frecuencia relativamente alta les permite conmutarse a frecuencias que están fuera del intervalo audible. Además, la conmutación de la carga a frecuencias relativamente altas puede reducir los efectos del ciclado térmico en los dispositivos electrónicos, puesto que se encienden durante una pequeña fracción de tiempo antes de apagarse de nuevo.

En la figura 1b se muestra otra realización de la presente invención y hace uso de un dispositivo 900 de conmutación ubicado entre el convertidor 12 de tensión y la carga 15 de elemento emisor de luz, que puede ser un FET, BJT, relé, o cualquier otro tipo de dispositivo de conmutación que hace uso de una entrada 140 de control externa para encender o apagar la carga 15 de elemento emisor de luz. Tal como se muestra en la figura 1c, este dispositivo 900 puede ubicarse alternativamente en el "lado bajo" en lugar de en el "lado alto", es decir, tras los elementos emisores de luz en lugar de antes de ellos.

En una realización en la que hay múltiples hileras de elementos emisores de luz excitadas por una única fuente de alimentación, cada hilera de elementos emisores de luz puede tener una señal de control de atenuación común, es decir, las puertas de los transistores 231, 232 a 233 pueden conectarse entre sí y a una única señal de atenuación. Además, los transistores 231, 232 a 233 también pueden tener señales de control individuales para cada hilera de elementos emisores de luz o grupos de hileras de elementos emisores de luz.

#### *Medios de detección*

Pueden emplearse uno o más medios de detección para mantener el nivel de corriente a través de la carga. En la realización de la figura 1a, hay medios 104 de detección de tensión y medios de detección de corriente en forma de una resistencia 16. Cuando la carga 15 de elemento emisor de luz está encendida, la tensión de detección en el nodo 102 generada por la resistencia 16 se realimenta al convertidor 12 a través del acondicionador 19 de señal. La resistencia 16 puede sustituirse por otro elemento para generar la tensión de detección en el nodo 102, tal como se indica en las figuras 1b y 1c. En referencia a las realizaciones mostradas en las figuras 1b y 1c, el dispositivo 910 de detección de corriente puede ser una resistencia fija, una resistencia variable, un inductor, o algún otro elemento para generar la señal 102 de tensión de detección representativa de la corriente que fluye a través de la carga 15 de elemento emisor de luz durante la fase en estado encendido. Tal como se muestra en la figura 1d, puede eliminarse el dispositivo 910 de detección de corriente y en su lugar puede usarse el dispositivo 900 de conmutación tanto para encender como para apagar los elementos emisores de luz, así como proporcionar medios para generar la señal 102 de tensión de detección. Sin embargo, en este caso, puesto que la resistencia del dispositivo 900 de conmutación se mantiene pequeña con el fin de evitar pérdidas de energía excesivas, esto puede dar como resultado la generación de una señal 102 de tensión de detección pequeña que puede reducir la resolución efectiva del sistema, en particular a corrientes máximas bajas. Además, la variabilidad de la resistencia de un FET típico, por ejemplo, de un dispositivo a otro, o a diferentes temperaturas ambiente, puede introducir más variabilidad en la señal de tensión de detección de la deseada. En una realización, el dispositivo 910 de detección de corriente es una resistencia de alta precisión, de bajo valor, que es estable en un amplio intervalo de temperatura para garantizar la realimentación precisa tal como se muestra en la realización de la figura 1a.

Como en la figura 1a, en una realización, los medios 104 de detección de tensión pueden comprender un divisor 17 y 18 de resistencias. En una realización alternativa, la salida del convertidor 101 de tensión puede conectarse a una entrada del acondicionador 19 de señal tal como se muestra en la figura 1e, en la que la señal de tensión se procesa usando un circuito con amplificador operacional con ganancia apropiada, u otro método tal como entenderá fácilmente un experto en la técnica.

#### *Medios de realimentación*

Los medios de realimentación se usan para mantener el nivel de corriente deseado que fluye a través de los dispositivos electrónicos que se están excitando durante la fase en estado encendido. En el momento del encendido, la corriente que fluye a través de los dispositivos electrónicos hace que se genere una señal 520 en el nodo 102 que se realimenta al convertidor 12 de tensión. El convertidor 12 de tensión ajusta entonces su tensión de salida para proporcionar una corriente constante a la carga 15 de elemento emisor de luz. Cuando se apaga la carga 15 de elemento emisor de luz, se usan los medios 104 de detección de tensión para mantener la señal de realimentación requerida por el convertidor 12 de tensión. Por tanto, cuando vuelve a encenderse la carga, la tensión de salida estará todavía en el mismo punto de ajuste que cuando se apagó la carga, eliminando sustancialmente de ese modo cualquier aumento o disminución bruscos en la carga. Tal como entenderá fácilmente un experto en la técnica, el acondicionador 19 de señal puede comprender diversos tipos de conjuntos de circuitos.

Puede introducirse un error en la señal de realimentación como resultado de usar los medios 104 de detección de tensión en el lazo de realimentación en lugar de una carga 15 de elemento emisor de luz. Este error puede aumentar a medida que disminuye el tiempo en estado encendido del elemento emisor de luz, sin embargo esto puede no tener una importancia significativa a ciclos de trabajo relativamente bajos, puesto que la corriente promedio del elemento emisor de luz puede ser mucho menor que su corriente nominal, y por tanto la precisión de la lectura no es tan crítica en este caso.

En una realización de la presente invención en la que el acondicionador 19 de señal comprende el conjunto 191 de circuitos ilustrado en la figura 5, el error identificado anteriormente puede ser pequeño a ciclos de trabajo relativamente bajos y puede obtenerse un buen control de la señal procedente del convertidor 12 de tensión. Las señales 530 y 520 son las señales procedentes de los nodos 103 y 102 en la figura 1a, respectivamente, y la señal 500 es la señal realimentada al convertidor 12 de tensión procedente del conjunto de circuitos de acondicionamiento de señal. Un conmutador 51 controlado por una señal 510 de entrada digital conecta la señal 530 al convertidor 12 de tensión sólo cuando el ciclo de trabajo de la señal 140 de control de atenuación está por debajo de un umbral predeterminado, por ejemplo del 10%. El conmutador 51 puede ser un FET, BJT o cualquier otro medio de conmutación, tal como se entenderá fácilmente. Para ciclos de trabajo superiores, puede usarse un circuito 52 de muestreo y retención para capturar la señal 520 representativa de la corriente a través de los elementos 15 emisores de luz y retener la señal 520 con el fin de mantener la señal 500 en el convertidor 12 de tensión incluso aunque los elementos 15 emisores de luz estén en el estado apagado. Las resistencias 53 y 54 se usan para compensar cualquier ganancia que pueda aplicarse por el circuito 52 de muestreo y retención. La figura 6a ilustra una implementación del circuito 191 de acondicionamiento de señal. El conmutador 51 se implementa usando un FET 511 y el circuito 52 de muestreo y retención se implementa mediante el conjunto 521 de circuitos. A medida que disminuye el ciclo de trabajo, la señal en el condensador 551 de retención tendrá cierto error y, por debajo del 10%, por ejemplo, el circuito 521 de muestreo y retención puede tener dificultades en capturar la señal 520. Usando la entrada 510 externa, que puede ser otra entrada digital procedente del controlador que suministra la señal de control de atenuación, por ejemplo, puede activarse el conmutador 51 para permitir que la señal 530 sobrepase la señal 520. Si hay una diferencia relativamente grande entre el punto de ajuste de tensión predeterminado basado en la señal 520 y el punto de ajuste de tensión predeterminado basado en la señal 530, entonces habrá un escalón en la salida del convertidor de tensión que podría producir un cambio perceptible de manera no deseada en la salida de luz procedente de los elementos 15 emisores de luz, lo que puede dar como resultado centelleo visible. Por tanto, en una realización, estos dos puntos de ajuste se mantienen al mismo nivel.

En otra realización mostrada en la figura 6b, el diodo mostrado en la figura 6a se sustituye por un dispositivo 930 tal como un FET, un relé, u otra forma de dispositivo de conmutación con una entrada 610 de control. Por tanto, la función de muestreo y retención de 521 se sincronizaría y controlaría externamente, en lugar de producirse automáticamente como en la realización de la figura 6a.

En otra realización de la presente invención, se elimina la necesidad de la señal 510 de entrada digital usando la señal 140 de control de atenuación existente para controlar el conmutador 51 y determinar así cuándo la señal 530 de tensión domina la señal 500 de realimentación. En la figura 7 se ilustra una realización de este tipo en la que el acondicionador 19 de señal comprende el conjunto 192 de circuitos. Al igual que en el conjunto 191 de circuitos, el conjunto 192 de circuitos comprende el conmutador 51, el circuito 52 de muestreo y retención y las resistencias 53 y 54, que funcionan de manera similar. La señal 140 de entrada de control de atenuación se suministra a un inversor 56, y posteriormente a un filtro 57 y a las resistencias 58 y 59. El inversor 56 invierte la señal 140 de control de modo que sólo se permite que la señal 530 pase al convertidor 12 de tensión cuando no está fluyendo ninguna corriente a través de la carga 15 de elemento emisor de luz. El filtro 57 se usa para limitar el paso de componentes de alta frecuencia en la señal de control invertida. Las resistencias 58 y 59 se usan para compensar cualquier ganancia que pueda aplicarse por el filtro 57. Esta realización puede eliminar además cualquier cambio gradual discreto en la salida del convertidor 12 de tensión haciendo funcionar el conmutador 51, tal como un FET, o dispositivo similar, en su región lineal. Tal como se sabrá, los conmutadores de este tipo normalmente no se hacen funcionar de esta forma puesto que este funcionamiento puede producir pérdida de energía significativa. Sin embargo, en este caso, puesto que sólo hay una corriente muy pequeña fluyendo a través del conmutador, las pérdidas de energía son insignificantes. Por tanto, a ciclos de trabajo altos de la señal 140 de control de atenuación, la señal en el conmutador 51 lo mantiene apagado, pero a medida que el ciclo de trabajo cae, el conmutador 51 que controla la señal aumenta permitiendo que la corriente fluya a través del mismo. La figura 8 ilustra una representación esquemática de una implementación del conjunto 192 de circuitos de acondicionamiento de señal. El inversor 56 se implementa mediante el conjunto 561 de circuitos y el filtro 57 se implementa mediante el conjunto 571 de circuitos de filtro paso bajo. Tal como se entenderá fácilmente, las funciones del inversor 56 y el conjunto de circuitos de filtrado pueden realizarse usando otros componentes tales como un inversor IC, o un filtro activo basado en amplificador operacional. En un punto determinado por las características del transistor 511 y los medios 104 de detección de tensión, el ciclo de trabajo de la señal 140 puede ser lo suficientemente alto como para permitir que la corriente fluya a través del transistor 511, permitiendo de ese modo la señal 530 de realimentación parcialmente a través del mismo. A ciclos de trabajo suficientemente bajos, la señal de conmutación será lo suficientemente alta como para encender completamente el transistor 511, permitiendo por tanto que la señal 530 de realimentación sobrepase completamente la señal 520 de realimentación. Puesto que la resistencia del transistor 511 dará como resultado una transición gradual entre la señal 530 de realimentación que domina la señal 500 y la señal 520 de



realimentación que domina la señal 500, hay una transición suave entre la dominancia de cada señal, eliminando así cualquier cambio gradual en la salida del convertidor 12 de tensión.

En otra realización de la presente invención tal como se ilustra en la figura 9, el acondicionador 19 de señal comprende el conjunto 193 de circuitos que tiene una resistencia 92 conectada en paralelo con la resistencia 17 de los medios 104 de detección de tensión por medio de un conmutador 91. La adición de la resistencia 92 y el conmutador 91 permite ajustar el nivel de corriente a través de los medios 104 de detección de tensión a diversos niveles dependiendo del valor de la resistencia 92 por medio de una señal 910 de entrada digital. Cuando se apaga el conmutador 91, el nivel de corriente máxima a través de los medios 104 de detección de tensión se ajusta a un valor  $I_0$  basándose en las resistencias del divisor de tensión. Cuando el conmutador 91 se enciende luego, la resistencia paralela equivalente de la resistencia 17 divisora y la resistencia 92 disminuye en una cantidad fija que cambia la señal 530 de manera que el nuevo nivel de corriente máxima que fluye a través de los medios 104 de detección de tensión será un múltiplo de  $I_0$ . De esta forma, la activación del conmutador 91 puede producir una elevación de corriente en el conjunto de circuitos de realimentación que entonces puede trasladarse a la carga 15 de elemento emisor de luz. Usado de manera alternativa, concretamente teniendo normalmente el conmutador 91 activado y luego desactivándolo, hace que se reduzca la corriente máxima a través de los medios 104 de detección de tensión hasta cierta fracción del nivel inicial. Esto puede permitir que aumente la resolución del sistema. Por ejemplo, si la resolución de la señal 140 de control de atenuación es nominalmente 8 bits, entonces la corriente promedio a través de la carga 15 puede graduarse desde corriente  $I_0$  completa hasta cero en 256 etapas iguales. Ajustando el valor de la resistencia 17 y la resistencia 92 paralela de manera que la desactivación del conmutador 91 haga que la corriente máxima caiga hasta por ejemplo  $\frac{1}{4}$  de su valor inicial, entonces puede reducirse el ciclo de trabajo de la señal 140 de control de atenuación desde el 100% hasta el 25%, reduciendo así la corriente promedio a través de la carga 15 de elemento emisor de luz desde  $I_0$  hasta  $\frac{1}{4}$  de  $I_0$ . Puede desactivarse posteriormente el conmutador 91 y reajustar el ciclo de trabajo de la señal 140 de control de atenuación al 100%, y a este nuevo nivel de corriente máxima, el controlador de la señal de control de atenuación puede reducir ahora la corriente promedio desde  $\frac{1}{4}$  de  $I_0$  hasta cero en 256 etapas iguales. Originalmente habría habido 64 etapas en el 25% más bajo, sin embargo tal como se define hay 256 etapas lo que da como resultado un aumento de un factor de 4. Este aumento en la resolución se traduce en 2 bits de resolución, y por tanto la resolución global del sistema se ha aumentado desde 8 bits hasta 10 bits. Tal como entenderá fácilmente un experto en la técnica, si la activación del conmutador y las resistencias se ajustaran de manera diferente, entonces podría lograrse posiblemente un mayor aumento en la resolución. Esta operación puede limitarse en la práctica por la precisión del conjunto de circuitos de muestreo y retención y la resistencia 16 de detección de corriente. La figura 10 ilustra una implementación del conjunto de circuitos de acondicionamiento de señal insertado en la realización de la figura 9 en la que el conmutador 91 se implementa mediante un BJT 911.

En otra realización de la presente invención, la señal 910 puede sustituirse por una señal analógica, generada por un DAC (convertidor digital-analógico) en el controlador o por el conjunto de circuitos externo, por ejemplo, para cambiar de manera continua el nivel de corriente máxima, en lugar de cambiarlo entre dos niveles discretos, tal como se definió anteriormente. Por ejemplo, variando de manera lineal la señal analógica que controla el conmutador 911 a la misma velocidad que cambia la señal 140 de atenuación del ciclo de trabajo, el efecto combinado sería producir atenuación cuadrática de los elementos emisores de luz. También son posibles otras variaciones de la señal de control tal como se entenderá fácilmente.

En otra realización tal como se ilustra en la figura 11, una trayectoria de realimentación del divisor 301 de resistencias está conectada al lazo de realimentación de la hilera 34 de elementos emisores de luz en una configuración OR cableada. Cuando el conmutador 33 de atenuación está en el estado encendido, la corriente que pasa a través de los elementos 34 emisores de luz y la resistencia 35 es mayor que la corriente que pasa a través del divisor 301 de resistencias, concretamente de las resistencias 36 y 37 de realimentación. Por tanto, la resistencia 35 puede dominar la señal de realimentación en el estado encendido. Cuando el conmutador 33 está en el estado apagado, no puede fluir corriente a través de la hilera 34 de elementos emisores de luz ni de la resistencia 35, y el circuito 301 divisor de resistencias domina la señal de realimentación. De esta forma, se mantiene la señal de realimentación cuando se apaga la hilera 34 de elementos emisores de luz.

En otra realización de la presente invención, la red divisora de resistencias incluye un dispositivo sensible a la temperatura que cambia la resistencia del lazo de realimentación del divisor de resistencias a medida que cambia la temperatura de unión de los elemento emisores de luz. Por ejemplo, el dispositivo sensible a la temperatura puede ser un termistor, o un transistor convencional con un coeficiente de temperatura conocido y puede usarse como el elemento sensible a la temperatura en un circuito de compensación de temperatura, como es práctica común en la técnica. Por tanto, cuando los elementos emisores de luz están en estado apagado, el circuito puede proporcionar una trayectoria de realimentación alterna dinámica. Aunque esta realización puede tener un mayor número de piezas, puede inducir menos error en el circuito en comparación con un circuito sin tal corrección basada en la temperatura.

En realizaciones en las que múltiples hileras de elementos emisores de luz se excitan por una única fuente de alimentación, los componentes del lazo de realimentación del circuito pueden combinarse para todas o grupos de hileras de elementos emisores de luz o puede haber componentes separados para cada hilera de elementos emisores de luz que se esté excitando.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de excitación y control para proporcionar una corriente conmutada deseada a una carga (15, 241, 242, 243) que incluye una hilera de uno o más dispositivos electrónicos, comprendiendo dicho dispositivo:
  - 5 a) un convertidor (12, 221, 222, 223) de tensión adaptado para su conexión a una fuente (11, 21) de alimentación, siendo dicho convertidor de tensión para convertir la tensión procedente de la fuente de alimentación desde una tensión de primera magnitud hasta una tensión de segunda magnitud, respondiendo dicho convertidor de tensión a una señal de control;
  - 10 b) un dispositivo (13) de control de atenuación dispuesto para recibir dicha tensión de segunda magnitud y para controlar la transmisión de la tensión de segunda magnitud a dicha hilera controlando de ese modo la activación de dicha hilera;
  - 15 c) un dispositivo (104) de detección de tensión conectado eléctricamente a la salida de dicho convertidor de tensión dispuesto para generar una primera señal (530) y un dispositivo (16) de detección de corriente en serie con dicha hilera para generar una segunda señal (520) indicativa de una corriente que fluye a través de dicha hilera; y
  - 20 d) un dispositivo (19, 291, 292, 293) de realimentación acoplado eléctricamente a dicho convertidor de tensión, dicho dispositivo de detección de tensión y dicho dispositivo de detección de corriente, estando dispuesto dicho dispositivo de realimentación para recibir dichas señales primera y segunda y para proporcionar la señal de control al convertidor de tensión, estando basada dicha señal de control en las señales primera y segunda;

en el que dicho convertidor de tensión cambia la tensión de segunda magnitud basándose en la señal de control recibida desde el dispositivo de realimentación, caracterizado porque

el dispositivo de control de atenuación está dispuesto para recibir una señal (140) de conmutación, respondiendo dicho dispositivo de control de atenuación a la señal de conmutación controlando la

- 25 transmisión de la tensión de segunda magnitud a dicha hilera, porque dicho dispositivo de realimentación comprende además un conmutador (51) de realimentación que responde a una señal de control de ciclo de trabajo, porque dicho dispositivo de realimentación está dispuesto para generar la señal de control basándose principalmente en la primera señal cuando dicho conmutador de realimentación está en un estado activado, y porque dicho dispositivo de realimentación está dispuesto para generar la señal de control basándose principalmente en la segunda señal cuando dicho conmutador de realimentación está en un estado desactivado.
- 30 2. Sistema que comprende dos o más dispositivos de excitación y control según la reivindicación 1, en el que los dos o más dispositivos de excitación y control están adaptados para su conexión a una única fuente de alimentación, en el que cada uno de los dos o más dispositivos de excitación y control pueden controlarse individualmente, en el que el dispositivo de control de atenuación asociado con cada uno de los dos o más dispositivos de excitación y control responde a una señal de control de amortiguación predeterminada.
- 35 3. Sistema según la reivindicación 2, en el que la señal de control de amortiguación predeterminada para cada uno de los dos o más dispositivos de excitación y control tiene una fase, y cada señal de control de amortiguación predeterminada tiene una fase diferente.
- 40 4. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo está dispuesto para proporcionar una corriente conmutada deseada a una carga que incluye dos o más hileras de uno o más dispositivos electrónicos, comprendiendo además dicho dispositivo:
  - 45 a) dos o más dispositivos de control de atenuación que reciben la tensión de segunda magnitud y controlando cada dispositivo de control de atenuación la transmisión de la tensión de segunda magnitud a una respectiva de dichas dos o más hileras controlando de ese modo la activación de dichas dos más hileras; y
  - b) un dispositivo de detección de corriente en serie con una de dichas dos o más hileras está dispuesto para generar una segunda señal indicativa de una corriente que fluye a través de una de dichas dos o más hileras.
- 50 5. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1 ó 4, en el que el dispositivo de detección de tensión se selecciona del grupo que comprende un divisor de tensión y un amplificador operacional.
- 6. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo de control de atenuación se selecciona del grupo que comprende un conmutador FET, un conmutador BIT y un relé.
- 7. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de control de

atenuación está dispuesto para controlarse por una señal digital seleccionada del grupo que comprende señal de modulación por ancho de pulsos y señal de modulación por código de pulsos.

- 5
8. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1, en el que dicha hilera tiene un extremo alto y un extremo bajo, estando acoplado eléctricamente dicho dispositivo de control de atenuación al extremo alto de la hilera.
9. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1, en el que dicha hilera tiene un extremo alto y un extremo bajo, estando acoplado eléctricamente dicho dispositivo de control de atenuación al extremo bajo de la hilera.
- 10
10. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1 ó 4, en el que dicho convertidor de tensión es un convertidor CC-CC.
11. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 10, en el que el convertidor de tensión se selecciona del grupo que incluye un convertidor reductor, un convertidor elevador, un convertidor reductor-elevador, un convertidor Cuk y un convertidor de retorno.
- 15
12. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1 ó 4, en el que el dispositivo de detección de corriente se selecciona del grupo que comprende una resistencia fija, una resistencia variable y un inductor.
13. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1 ó 4, en el que el dispositivo de realimentación comprende un circuito de muestreo y retención.
14. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1 ó 4, en el que el dispositivo de realimentación es un circuito que tiene una configuración OR cableada.
- 20
15. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1 ó 4, en el que el dispositivo de realimentación comprende un acondicionador de señal que incluye medios para ajustar la corriente conmutada deseada a la carga.
16. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1, en el que dicho conmutador de realimentación es un conmutador FET o un conmutador BJT.
- 25
17. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1, en el que dicho conmutador de realimentación comprende un transistor (511), y en el que la resistencia de dicho transistor produce una transición gradual desde el estado desactivado hasta el estado activado y viceversa.
18. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1, en el que la señal de conmutación es una señal de modulación por ancho de pulsos o una señal de modulación por código de pulsos.
- 30
19. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1, en el que el conmutador de realimentación se activa cuando la señal de control de ciclo de trabajo es indicativa de un ciclo de trabajo por debajo de un nivel predeterminado.
20. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 19, en el que el nivel predeterminado es del 10%.
- 35
21. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1, en el que la señal de control de ciclo de trabajo es idéntica o sustancialmente idéntica a la señal de conmutación.
22. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1, en el que la corriente conmutada deseada para la carga puede cambiarse a un nivel diferente.
23. Dispositivo de excitación y control según la reivindicación 1, en el que los uno o más dispositivos electrónicos son elementos emisores de luz.
- 40

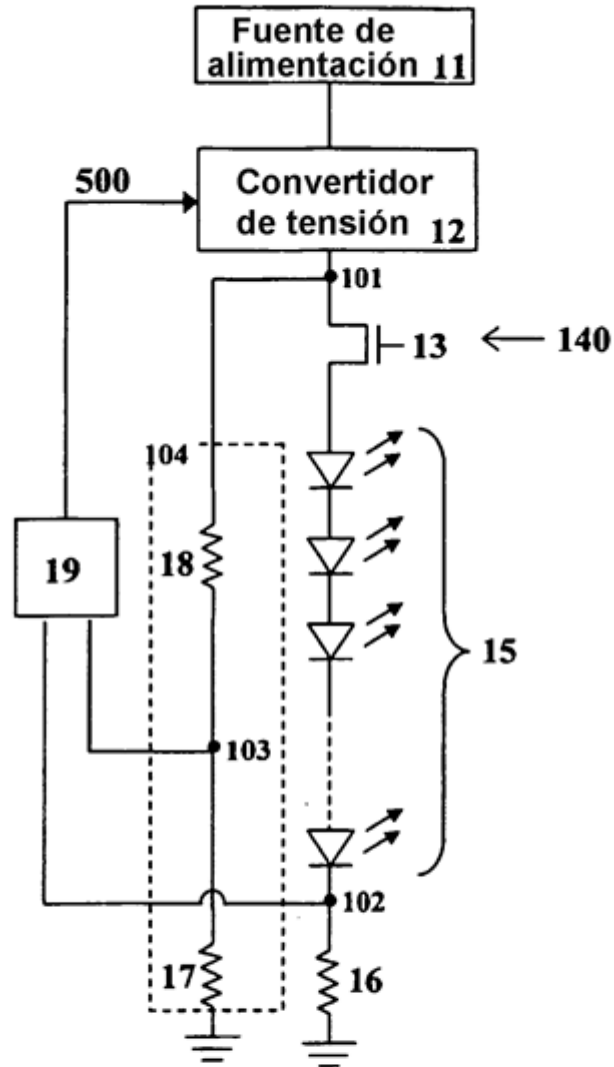


Figura 1a

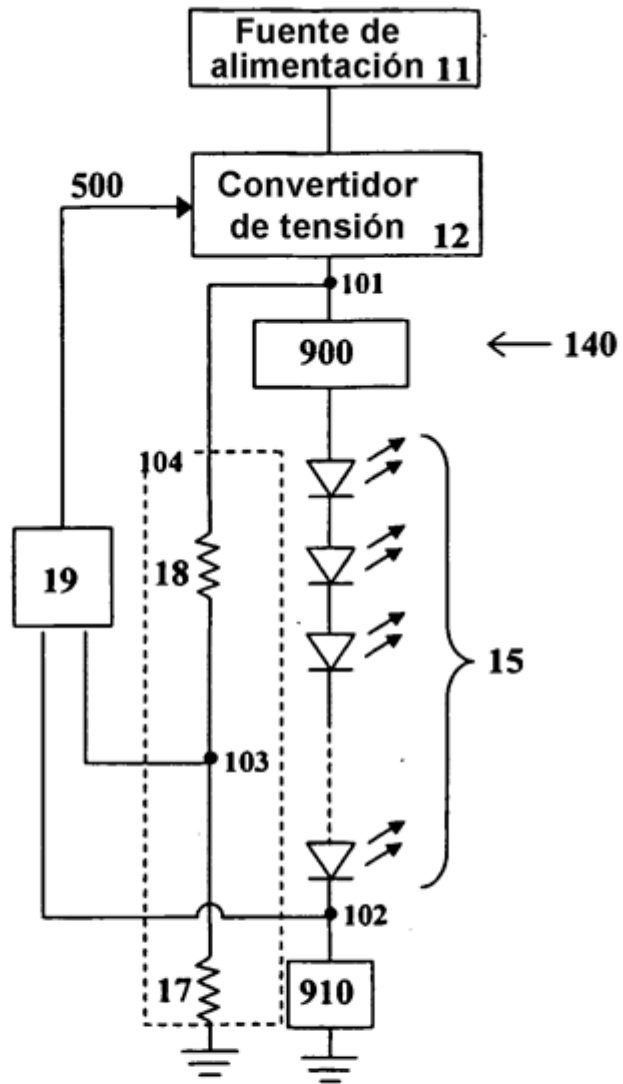


Figura 1b

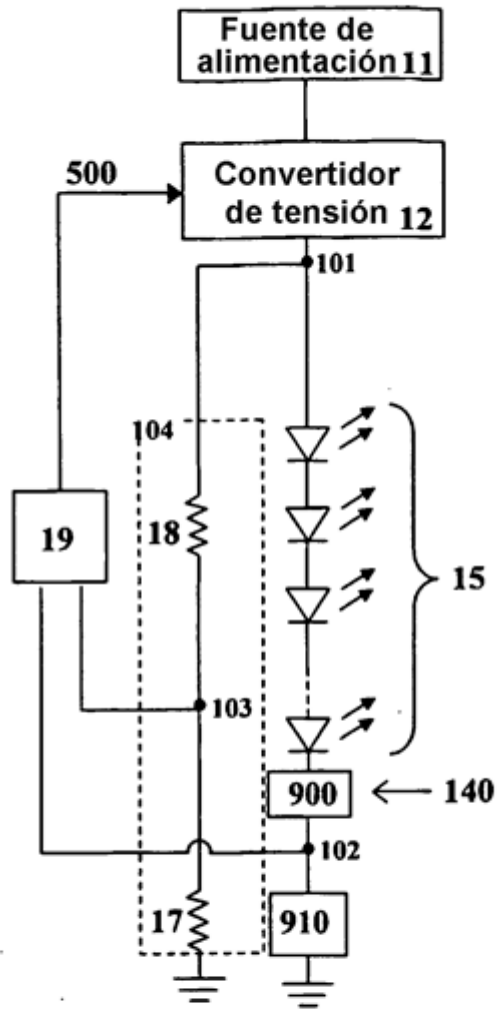


Figura 1c

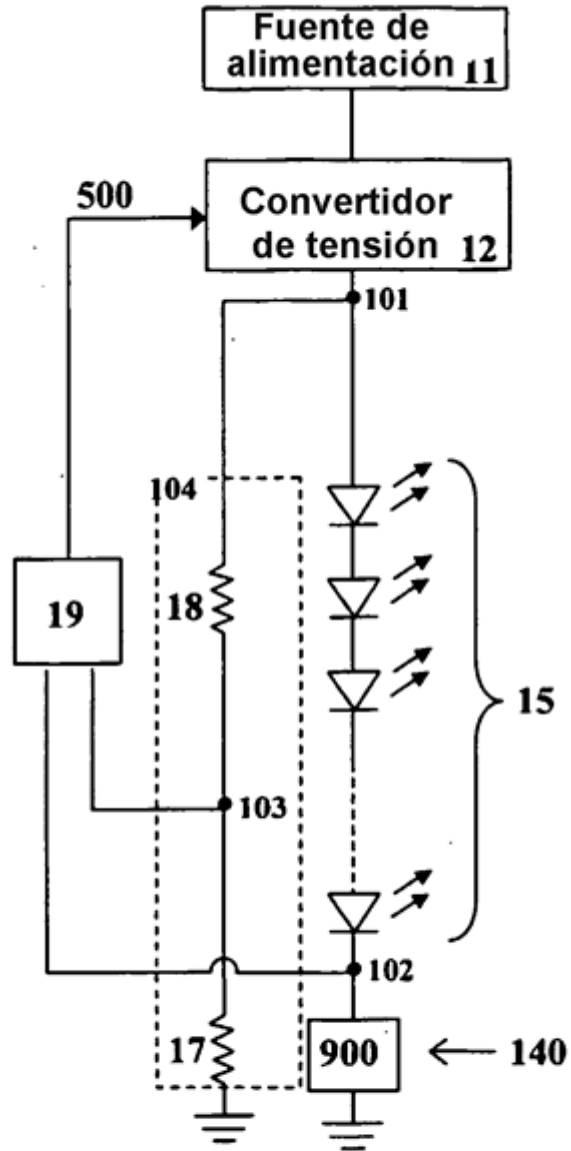


Figura 1d

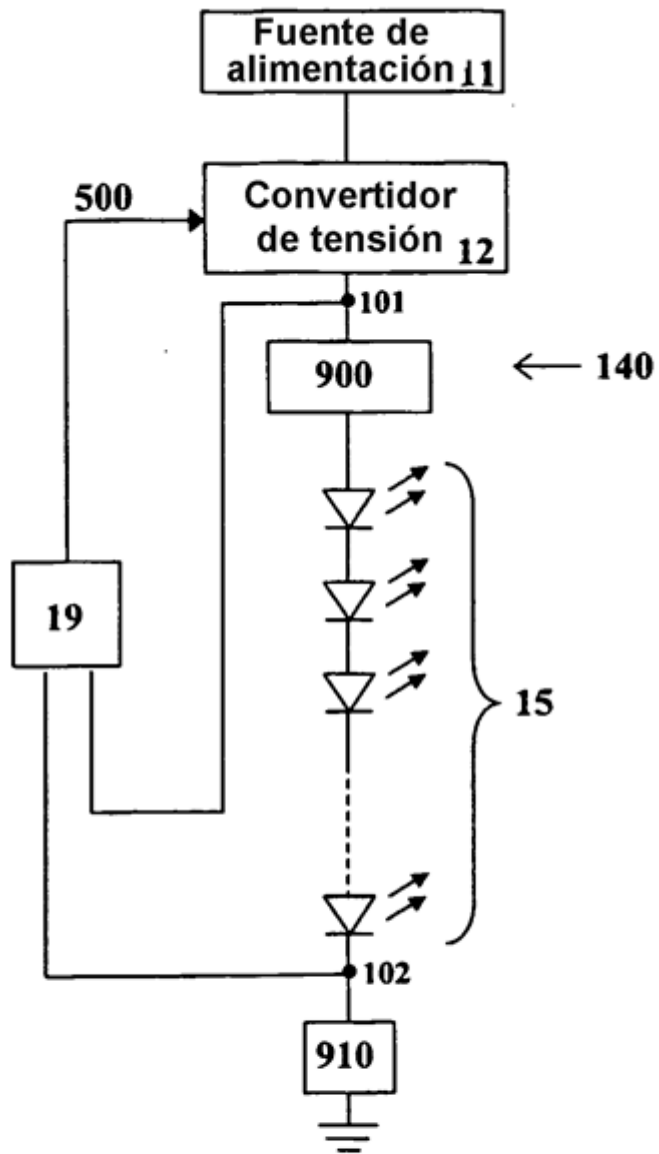


Figura 1e



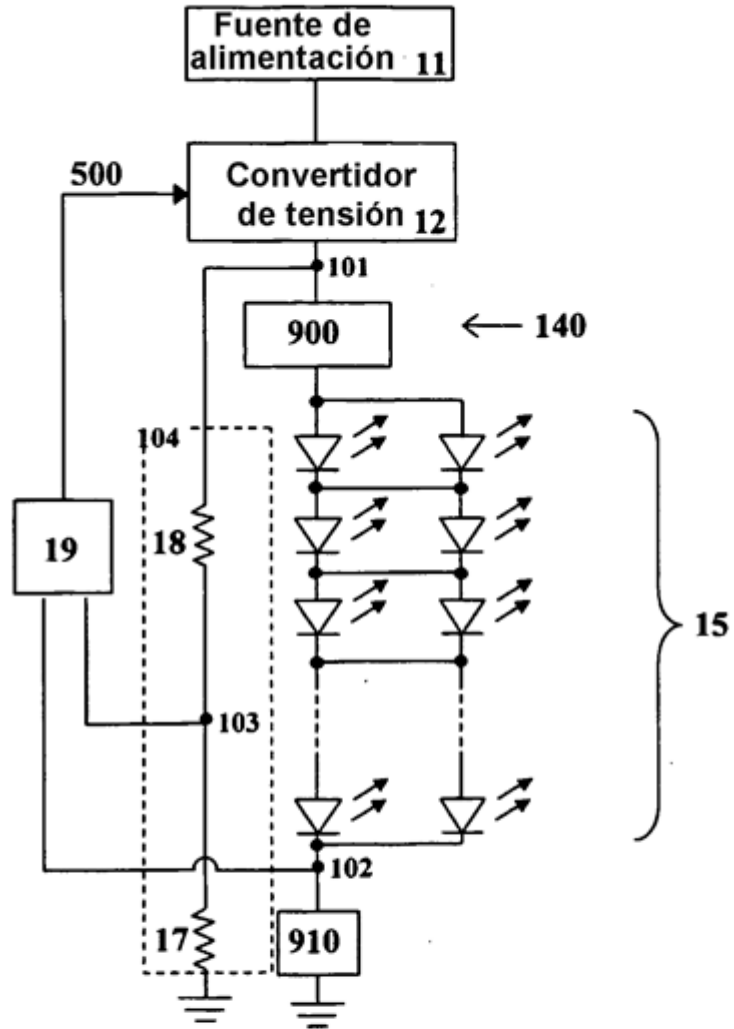
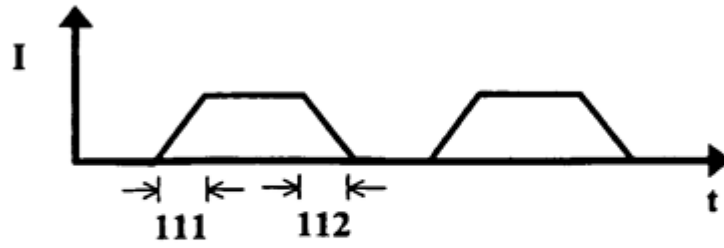
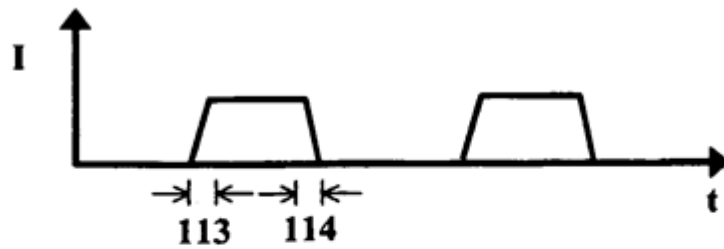


Figura 1f



(a) (Técnica anterior)



(b)

Figura 2

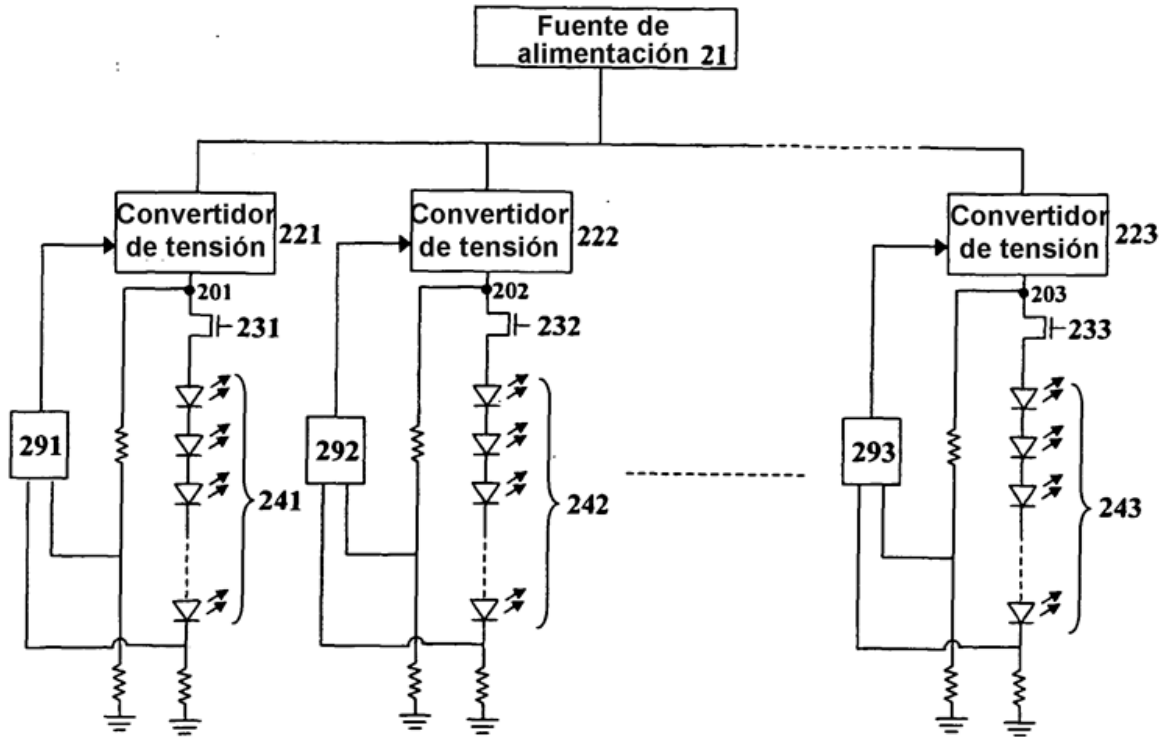
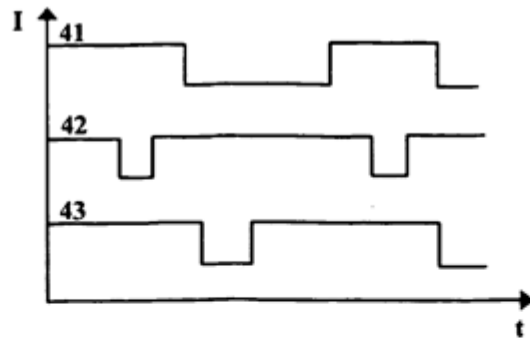
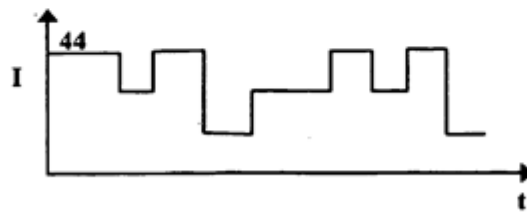


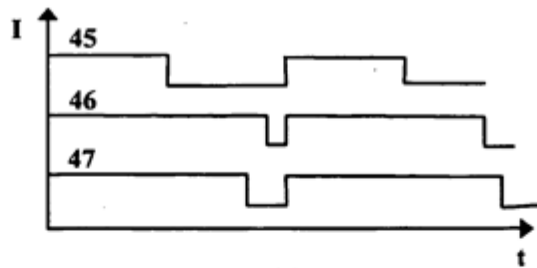
Figura 3



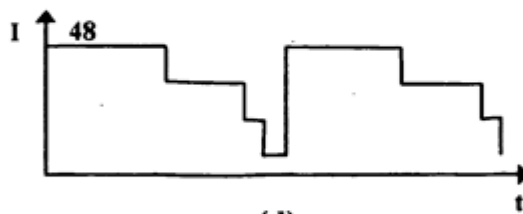
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 4

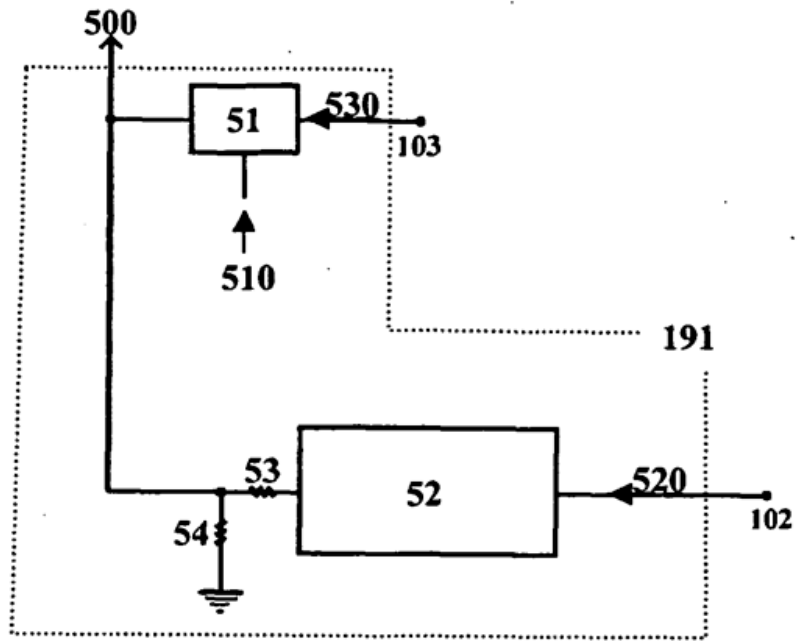


Figura 5

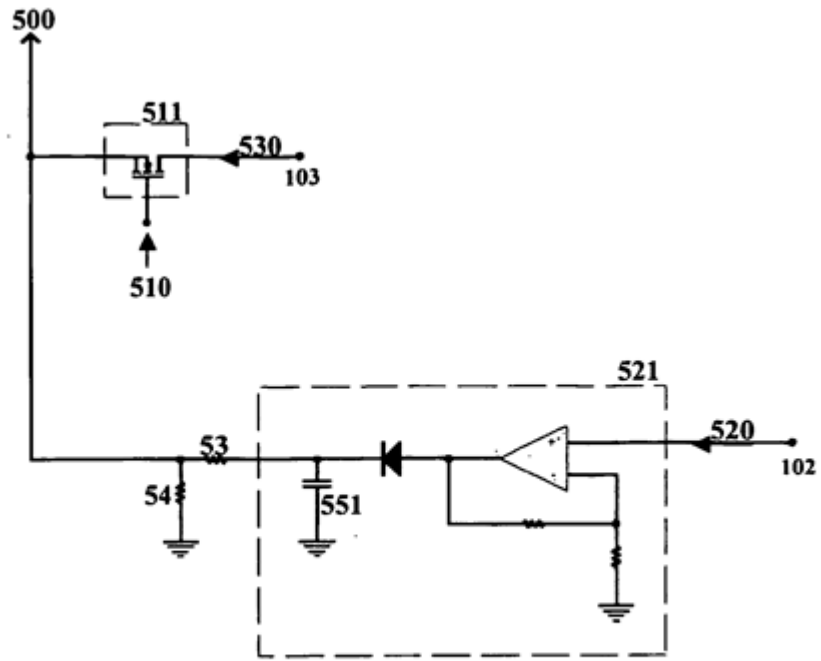


Figura 6a

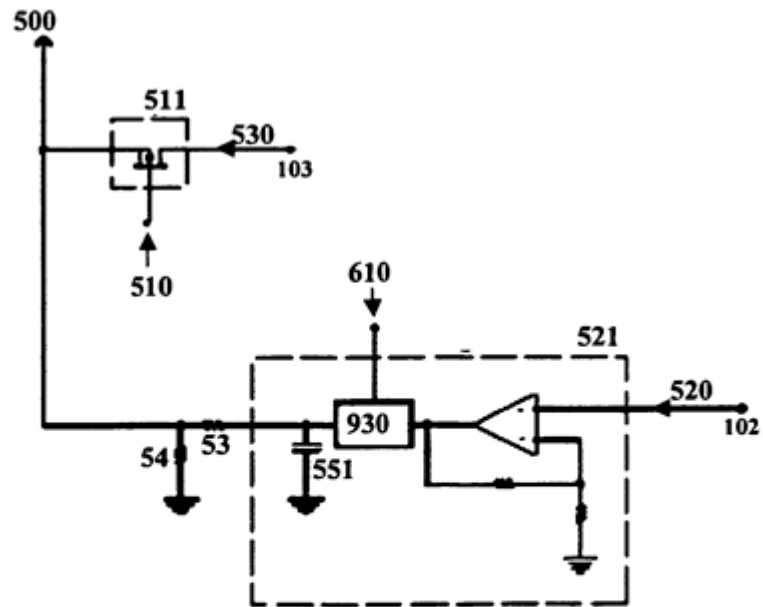


Figura 6b

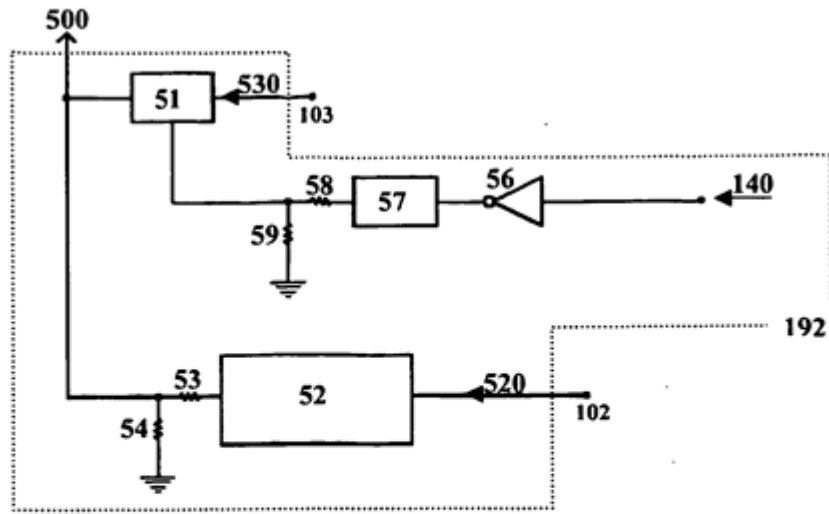


Figura 7

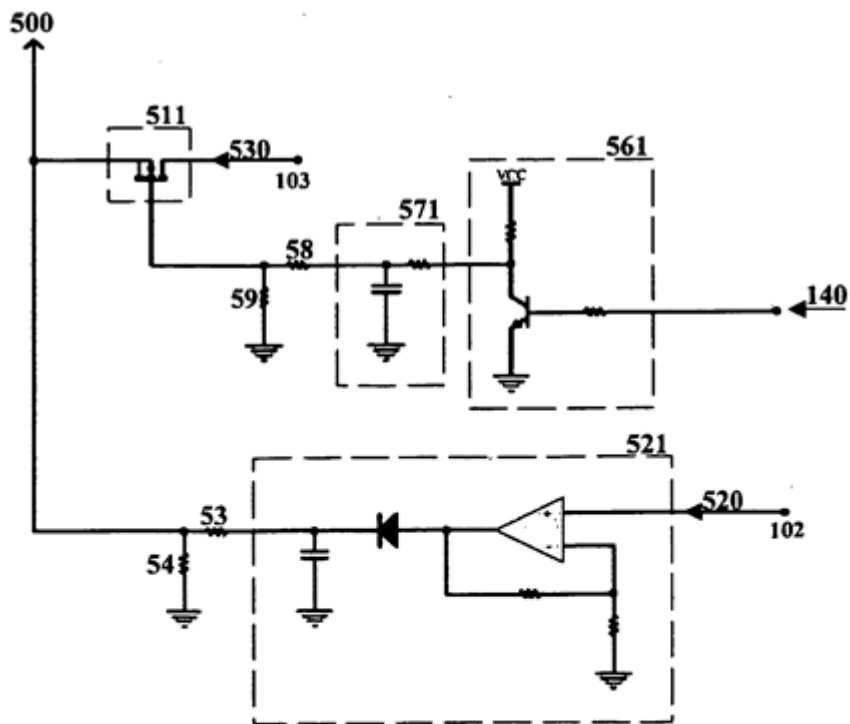


Figura 8

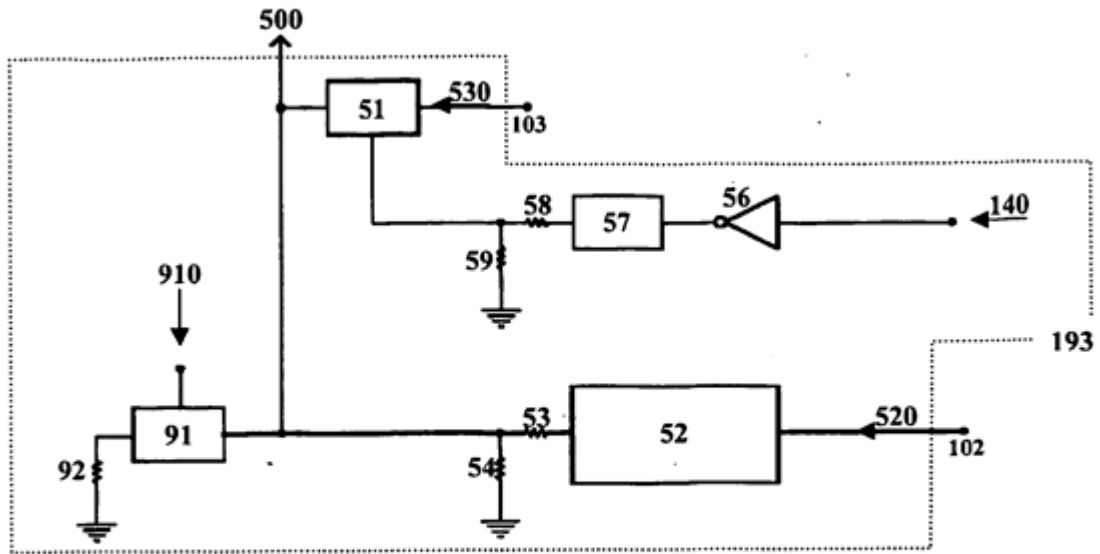


Figura 9

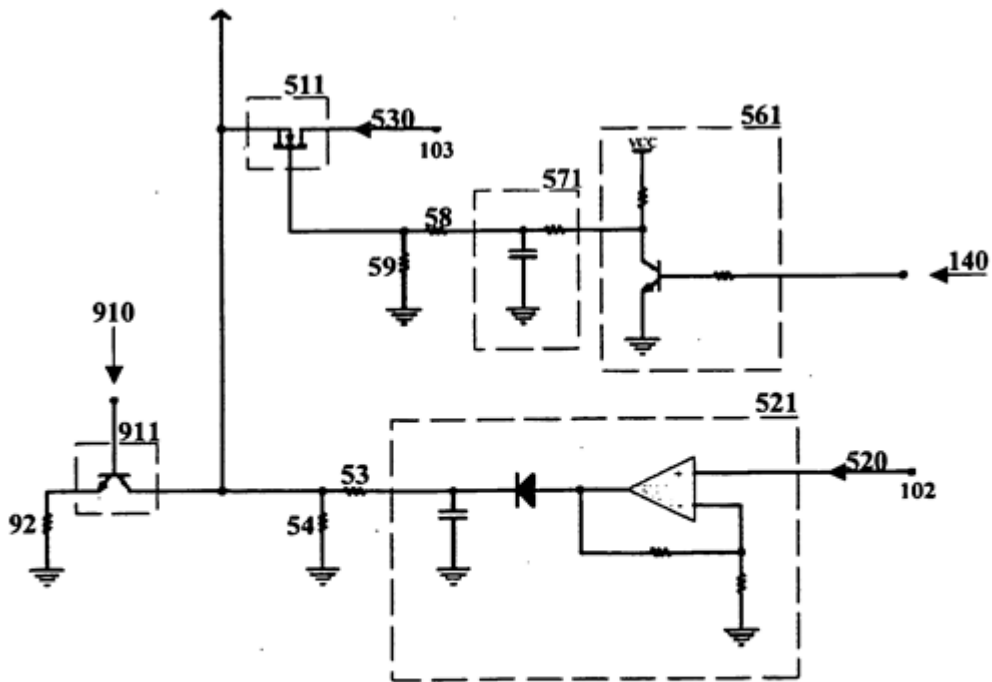


Figura 10



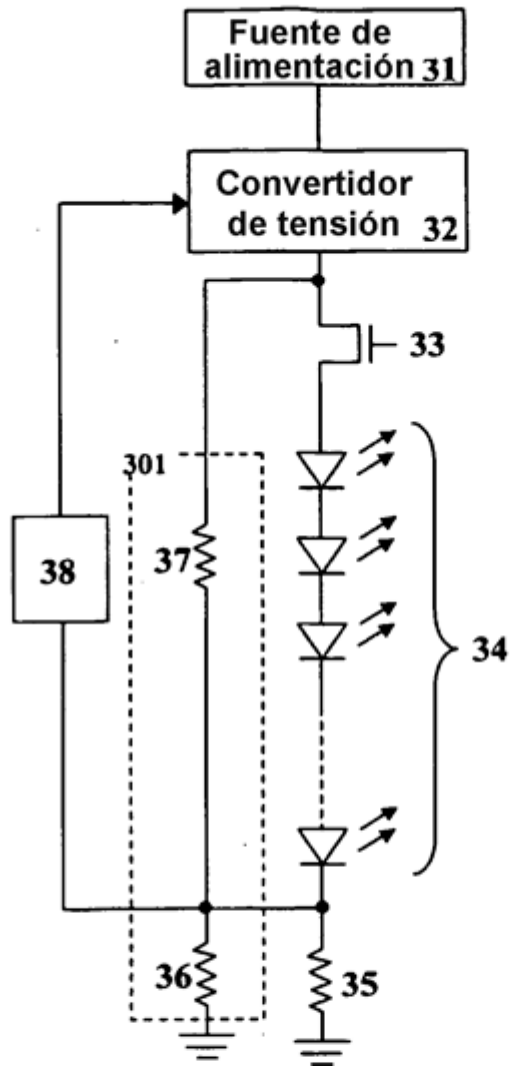


Figura 11