

(19)

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 413 563**

(21) Número de solicitud: 201131568

(51) Int. Cl.:

H05B 37/02

(2006.01)

(12)

SOLICITUD DE PATENTE

A2

(22) Fecha de presentación:

28.09.2011

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

16.07.2013

(71) Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA (100.0%)
PLAZA DE EL EJIDO, S/N
29071 MÁLAGA ES**

(72) Inventor/es:

**GAGO CALDERÓN, Alfonso ;
FERNÁNDEZ RAMOS, José y
GAGO BOHÓRQUEZ, Alfonso Carlos**(54) Título: **SISTEMA DE ILUMINACIÓN CON MATRIZ DE LEDS DE IMPEDANCIA VARIABLE
ALIMENTADO POR UN SISTEMA AUTÓNOMO BASADO EN BATERÍAS**

(57) Resumen:

Sistema de iluminación capaz de regular la impedancia y la conexión a la alimentación de una matriz (1) de LEDs (2) en ramas paralelas idénticas de varios diodos en serie de manera directa a un sistema de baterías (3), adaptándose a los parámetros eléctricos y ambientales en los que funciona. El sistema incluye un microcontrolador (4) que está conectado a un sensor de temperatura (7) incrustado en la matriz (1) y a una señal analógica (6) que mide la carga en los bornes de la batería (3). El microcontrolador (4) se conecta también a un transistor (5) a través del cual mediante una señal PWM puede conmutar la alimentación de los LEDs (2) para controlar su funcionamiento, como en el caso de recibir una lectura del sensor de temperatura (7) mayor que un valor de trabajo nominal máximo definido. Así mismo, controla un segundo sistema de regulación que comprende un segundo transistor y una resistencia en serie conectados en paralelo con uno de los LED (2) de cada rama de la matriz (1), que se activa cuando la tensión en los bornes de la batería es menor que un determinado valor fijado por el diseño de la matriz (1) y la elección del modelo de LED (2).

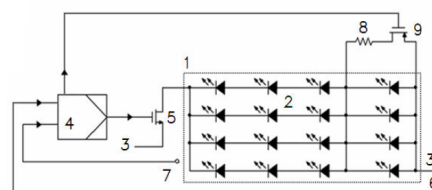


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

Sistema de iluminación con matriz de leds de impedancia variable alimentado por un sistema autónomo basado en baterías

- 5 La presente invención se encuadra en el sector técnico de la electrónica y más concretamente en el de los sistemas electrónicos de iluminación de alta eficiencia.

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

Los avances técnicos en el campo de la iluminación de emisores en estado sólido o iluminación LED han generado las herramientas para crear un emergente paradigma dentro de las alternativas tradicionales de este campo de la tecnología.

- 10 La naturaleza de funcionamiento de los LEDs, que trabajan de modo natural en corriente continua, les convierte en un sistema de iluminación idónea para su utilización con sistemas donde la energía se genera o almacena directamente en este formato. Esto ocurre, por ejemplo, en los sistemas renovables fotovoltaicos o con aerogeneradores. Son idóneos, también, para ser utilizados donde directamente se cuenta como fuente de alimentación con baterías como sistema de iluminación durante todo, o parte, del tiempo en el que deben funcionar.

- 15 Los avances en las prestaciones de los nuevos LED de alta luminosidad permiten su utilización en aplicaciones con mayores prestaciones que las de iluminación decorativa, de emergencia o de señalización. Estos emisores luminosos pueden ser utilizados en aplicaciones de iluminación funcional con consumos asumibles por sistemas de baterías de capacidad media y alta.

- 20 Los sistemas de alimentación por baterías presentan dos inconvenientes fundamentales para la consecución del objetivo planteado. El primer problema es la adaptación de los valores de los sistemas de almacenamiento a las necesidades de las matrices de LEDs a través de 'drivers'. El segundo problema es que los valores de tensión de salida de la batería dependen del estado de carga de la misma, pudiendo fluctuar, en algunos casos y según la tecnología, hasta 3 y 4 voltios.

- 25 Estos dos problemas implican la necesidad de utilizar sistemas, más o menos complejos, de regulación de los valores de salida de los sistemas de almacenamiento a unos valores estables y fijos. En este sentido se han planteado diversas arquitecturas de control a utilizar en luminarias basadas en diodos LEDs, como se presentan en diversas patentes estadounidenses.

- 30 La patente US2007058365 propone un sistema de control de lámparas LED portátiles basado en un regulador reductor lineal de tensión para obtener una tensión constante de salida a partir de un valor variable de la batería. Este es un sistema complejo, con un gran número de componentes electrónicos y que funciona de manera permanente, añadiendo una pérdida de rendimiento y limitando las posibilidades de funcionamiento de las matrices de LEDs a tensiones sensiblemente inferiores a los de los sistemas de las baterías de alimentación. Este sistema no cuenta con ningún sistema de regulación o protección de la lámpara ante aumentos excesivos de la temperatura de trabajo o reducciones altas de la carga de la batería.

- 35 En general, al igual que en la patente anterior, los controles que se proponen en las diferentes patentes relacionadas con iluminación LED proponen controles no adaptativos basados en la conversión de los valores de alimentación a parámetros de corriente constante, como ocurre en la patente US20100237789 o en las patentes US20107847486 , US20067010007 y US2010011538. Las configuraciones de los diodos LEDs para este tipo de sistemas de alimentación deben ser cadenas largas de emisores en serie. Los principales problemas que presentan son que, si se estropea un LED, se deshabilita completamente la cadena donde se encuentra, y que, al caerse una de estas líneas, si hay otras similares en paralelo, éstas asumen el exceso de la corriente, entrando en una zona de trabajo no deseada.

- 40 Todas estas patentes muestran distintos sistemas tradicionales de realimentación de información del grupo de LEDs con elementos pasivos, resistencias, o reguladores de alimentación analógicos. Del mismo modo, se observa como el sistema de alimentación es el que se ajusta a la matriz de LEDs en lugar de generar una matriz específica optimizada a la fuente de alimentación o batería utilizada.

- 45 En la actualidad existen patentes de lámparas LEDs con controladores digitales encargados de regular el brillo de iluminación pero cuyo trabajo es modular convertidores de valores de alimentación de alta complejidad y funcionamiento permanente, y no controlar la alimentación por ellos mismos. Entre este tipo de dispositivos se encuentran los descritos por ejemplo en las patentes US20110068704, US20100244707, US20060274540 y la US20090021187.

- 50 EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

La presente invención propone un sistema de iluminación alimentado por baterías que comprende una matriz de LEDs en la que los elementos de regulación de la alimentación de la lámpara de diodos se pueden adaptar de manera dinámica a la vez que la propia estructura eléctrica de la misma, a través de un control digital, trabajando únicamente en

los momentos que sean estrictamente necesarios, maximizando la eficiencia y la durabilidad global del equipo consiguiendo una alta iluminación con un menor consumo y número de LEDs.

La presente invención propone un sistema de iluminación basado en una matriz de LEDs que se adapta a un sistema de alimentación por baterías. El objetivo es crear un sistema de control muy sencillo, con la menor cantidad de componentes posibles, que le permita ser extremadamente fiable, y que le permita trabajar con una máxima eficiencia energética en cualquier temperatura, ambiente de trabajo, o nivel de carga de la batería.

El sistema de la invención trabaja en un modo de tensión constante. Sin embargo, el valor de tensión de salida se va reduciendo paulatinamente con la descarga de la batería. De hecho, se reduce hasta llegar a unos valores donde se recomienda el cese en su uso para evitar una descarga profunda de la misma y, de este modo, una pérdida de funcionalidad o, incluso, una degradación destructiva de los equipos.

El sistema de esta invención está dotado de una arquitectura de control para la gestión eficiente de una lámpara LED alimentada a través de un sistema autónomo basado en baterías. Esta arquitectura permite que se generen valores óptimos de iluminación en todo el rango de valores de tensión posibles de los sistemas de alimentación.

El sistema presenta un modelo de matriz de diodos optimizada para los valores de alimentación que ofrecen las baterías actuales de alta capacidad. Esta matriz de LEDs está controlada por una arquitectura de control muy sencilla basada en la supervisión de los niveles de carga de la batería y de la temperatura de trabajo de los LED. Para ello se utiliza un microprocesador de muy bajo consumo al que se le conecta un sensor digital de temperatura integrado en la matriz de LEDs, un transistor MOSFET de potencia y alta velocidad de conmutación que actúa como interruptor de la alimentación de la matriz de diodos y una resistencia de bajo valor adaptable a la matriz de LEDs a través de un segundo transistor. El microcontrolador, a través de una entrada analógica, supervisa los niveles de tensión de la batería en todo momento.

La matriz de LEDs, nominalmente, se conecta directamente y de manera ininterrumpida a la batería para su alimentación por lo que el MOSFET de conexión de la matriz de LEDs está activado de manera fija. Así se optimiza el rendimiento del equipo dado que no existe ningún elemento con consumo pasivo en el circuito equivalente.

En caso de producirse una sobre tensión en los bornes de salida de la batería, se genera una sobre iluminación, un sobrecalentamiento de la lámpara o ambas cosas, con lo que se pone en riesgo la vida útil del equipo. El microcontrolador de la arquitectura de control del sistema es capaz de detectar esta situación y su evolución en el tiempo a través de la lectura analógica de la tensión de la batería y de la temperatura de la matriz de LEDs. Con esta información se aplica un algoritmo adaptativo de forma que el procesador regula la entrada de corriente en la matriz de LEDs. Esta regulación se lleva a cabo a través del transistor de potencia de conmutación de la alimentación sobre el que se aplica una señal de ancho de pulso modulable (PWM) que conmuta muy rápido y de manera repetitiva la señal de encendido de un modo más o menos profundo según sea el periodo activo de la señal de regulación y, de este modo, reduciendo el consumo y el calor generado. Esta señal pulsante debe ser lo suficientemente rápida como para que el ojo no detecte parpadeos en la luz emitida sino una regulación del brillo percibido. La actuación sobre el MOSFET de control de la entrada de alimentación depende de lo elevado que sea el alejamiento del modo de funcionamiento respecto a la definición nominal del equipo, de cómo varían las dos variables de realimentación y del tiempo que transcurre en un estado anómalo.

Por otro lado, al ir consumiéndose la carga de la batería, ésta baja sus niveles de tensión de salida, generando un descenso brusco de la luminosidad emitida en los diodos, marcado por su curva exponencial de funcionamiento Tensión/Iluminación. Para compensar esta situación anómala el sistema de iluminación incluye un sistema de regulación de la matriz de diodos mediante la colocación de una resistencia eléctrica en paralelo con uno de los LEDs de cada una de las ramas de la matriz de la pantalla. El funcionamiento de esta resistencia está controlado por el microcontrolador a través de un segundo transistor MOSFET que permite conectar o desacoplar la resistencia en el circuito eléctrico. La función de esta resistencia es la de generar una caída de tensión efectiva menor que la propia generada por el LED al que se acopla y que permite unos valores de alimentación más adecuados a un nivel de iluminación necesario para el buen funcionamiento de la iluminación en el resto de LEDs de cada una de las ramas.

Se puede eliminar el uso de la resistencia para aumentar la eficiencia de la matriz de LED generando una resistencia dinámica variable equivalente conmutando, de manera muy rápida con pulsos más o menos amplios, los diodos que puentea el segundo transistor. Si la conmutación es suficientemente rápida se genera una impedancia proporcional al ancho del pulso activo.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención. Además, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aquí indicadas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

FIG. 1 muestra el esquema eléctrico del sistema de iluminación con matriz de LEDs de impedancia variable alimentado

por un sistema autónomo basado en baterías.

Referencias:

1:Matriz; 2:LED; 3:Batería; 4:Microcontrolador; 5:Transistor tipo MOSFET de conmutación de la alimentación; 6:Señal analógica; 7:Sensor de temperatura; 8: Resistencia; 9: Segundo transistor tipo MOSFET de control de la impedancia de la matriz de LEDs

EXPOSICION DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN

Para complementar la descripción y con el objeto de facilitar la comprensión de las características de la invención, se comenta a continuación un ejemplo de realización preferida, con carácter ilustrativo y no limitativo, consistente en el desarrollo de un sistema de iluminación, alimentado por baterías, y que comprende una matriz de LEDs de impedancia variable.

El sistema de iluminación de la invención comprende una matriz (1) de LEDs (2) alimentada por una batería (3). La matriz se adapta en cada caso a los valores de tensión del sistema de alimentación elegido y a la potencia luminosa que se desea. La matriz (1) comprende varias ramas de LEDs (2) con un número de emisores en serie tal que su suma de tensiones es ligeramente inferior a la salida nominal de la batería (3) que alimenta al sistema. Se colocan tantas ramas de LEDs iguales en paralelo como se desee para conseguir una potencia luminosa nominal determinada. La matriz (1) está siempre conectada de forma directa a un polo de la batería (3).

En un ejemplo de realización, el sistema comprende una matriz (1) de LEDs (2) de alta luminosidad agrupados en ramas paralelas de 4 emisores cada una y dicha matriz (1) está conectada a una batería de alta capacidad de 12 Voltios (3). De forma que el sistema de iluminación se ha diseñado para que funcione a tensiones por encima de 12V.

El sistema comprende también un transistor tipo MOSFET de conmutación de la alimentación (5) que está conectado a la matriz (1) y a uno de los bornes de la batería (3). Como la matriz (1) está conectada a la batería (3) siempre y de forma directa, el transistor (5), nominalmente, estará siempre activando los LEDs (2). La única limitación que hay que tener en cuenta si se agrupan varias ramas de LEDs en paralelo es la potencia que es capaz de conducir el transistor MOSFET (5). En cualquier caso, se puede duplicar el transistor (5) controlándolo con otra señal digital de iguales características.

Para tensiones más altas de hasta 13V y 14V, que se pueden alcanzar en momentos de carga de las baterías (3) o de alta generación de energía en un sistema autónomo, los LEDs (2) trabajan en un modo de alta emisión, e incluso ligeramente forzados en los casos más extremos, lo que conlleva una fuerte generación de calor. Si el sistema de iluminación no es capaz de disipar este calor, la temperatura de trabajo de los LEDs (2) aumentará, lo que puede reducir drásticamente la vida útil del equipo. Este modo de trabajo de riesgo térmico también se puede alcanzar por condiciones ambientales excepcionalmente anómalas o porque se esté haciendo un mal uso del equipo como obstruir parcial o totalmente los disipadores térmicos del sistema de iluminación. Para evitar o paliar este efecto, el sistema de la invención incluye un sensor de temperatura (7) integrado en la matriz (1) de LEDs. En una realización preferente de la invención, el sensor de temperatura (7) se coloca en la zona central de la matriz (1), y, si existe, en contacto con el plano metálico de disipación térmica de la placa de circuito impreso u otro sustrato donde se encuentren colocados los LEDs.

El sistema de iluminación de la presente invención incorpora también un microcontrolador (4). Este microcontrolador recibe por un lado una señal con la temperatura de trabajo de la matriz (1) de los diodos (ofrecida por el sensor de temperatura (7)) y por otro lado una señal analógica (6) indicando el nivel de carga de la batería (3) en todo momento. En caso de que la temperatura medida por el sensor de temperatura (7) sea mayor que una temperatura predeterminada para tener una esperanza de vida deseada del sistema de iluminación, el microcontrolador (4) lleva a cabo un proceso de regulación del brillo del sistema de iluminación para disminuir la temperatura hasta valores que queden dentro de rangos especificados. Para ello, el microcontrolador (4) envía al transistor MOSFET (5) de alimentación de la matriz de LEDs una señal de control con modulación por ancho de pulsos (PWM). Así pues, el periodo activo de esta señal marca el porcentaje de tiempo encendido del sistema de iluminación, reduciendo ligeramente el brillo, pero de manera fundamental el consumo y la generación de calor. Esta señal debe ser lo suficientemente rápida como para engañar al ojo humano, que será incapaz de percibir parpadeos en la luz emitida sino simplemente una reducción general del brillo.

La señal analógica (6) que recibe el microcontrolador (4) le proporciona información que permite a dicho microcontrolador (4) activar el control de brillo de manera preventiva, adelantándose a una sobre generación térmica y así, a través de una tabla de calibración obtener un brillo equivalente al que tiene la lámpara trabajando a 12V (en el caso del presente ejemplo), consiguiendo al mismo tiempo una reducción del consumo energético.

Conforme se descarga la batería (3) de alimentación baja la tensión de salida. Los LEDs tienen una curva de alimentación en tensión con una forma parecida a una exponencial. Esto implica que, considerando la tensión con la que se trabaja en este ejemplo, alimentado a cada uno de los LED con valores por debajo de 3V su luminosidad se reduce drásticamente. En muchos sistemas de baterías la tensión de funcionamiento puede bajar hasta 11V, lo que

supone una tensión para cada uno de los diodos de 2,75 V por lo que el brillo del sistema de iluminación disminuye de forma muy acusada causando un funcionamiento inadecuado del mismo.

Para aumentar la tensión de trabajo cuando esta cae a causa de la descarga de la batería (3), el sistema de iluminación de la invención incluye un segundo transistor de tipo MOSFET (9) que está colocado en serie con una resistencia (8) formando un segundo sistema de regulación. Dicho sistema de regulación secundario está colocado en paralelo con los primeros LEDs conectados al positivo de la batería (3) de cada una de las ramas de la matriz (1) como se aprecia en la figura 2.

En el caso contrario, cuando la tensión de la batería baja de un umbral previamente establecido, en este ejemplo en torno a 12V, el microcontrolador (4) activa el segundo sistema de regulación provocando que la resistencia (8) quede en paralelo con los primeros LEDs de cada rama de la matriz (1), derivando la mayoría de la intensidad a través de dicha resistencia (8) y obligando a que estos primeros LEDs no conduzcan y se apaguen. Por tanto, la tensión en el resto de LEDs será mayor y estos emitirán mayor intensidad luminosa.

El valor de la resistencia (8), la tensión a partir de la que se activa el segundo sistema de regulación y el uso de una señal PWM para el control de la entrada en funcionamiento del nuevo distribuidor de tensiones permiten configurar diferentes modos de funcionamiento para la matriz de LEDs (1).

Un criterio posible de fijar estos tres valores puede ser imponer que en el momento en que se manda corriente a través de la resistencia, la intensidad de cada LED no afectado por la regulación del sistema de iluminación debe ser la misma que tiene cada uno de los LEDs (2) en los valores nominales del sistema de iluminación. De esta forma, en el ejemplo de realización propuesto, cuando se produzca la conmutación, la iluminación del sistema será igual al 75% de la iluminación nominal. Esta transición se puede suavizar aplicando, en función de la lectura de la tensión de la batería (3), una señal pulsante sobre el segundo transistor MOSFET (9), de manera que el efecto se integre en el sistema de iluminación suave y linealmente, aumentando el ancho de pulso activo a medida que se reduce la lectura de la tensión de la batería (3).

En caso de superar las condiciones de potencia de funcionamiento de algún transistor tipo MOSFET de conmutación de la alimentación, éste se puede duplicar preservándose la misma arquitectura del sistema de iluminación. En este caso cada transistor para la conmutación de la alimentación se activará, en lo posible, de manera desincronizada para minimizar la emisión de ruido electromagnético.

Si se quiere aumentar el rango de tensiones válidas de funcionamiento se pueden generar varias etapas de adaptación de impedancia de la matriz de LEDs sobre los bloques de LEDs colocados también en una segunda posición de la secuencia en serie de cada rama de la matriz. Se puede repetir el proceso en un tercer o sucesivo bloque de diodos.

El sistema de iluminación propuesto actúa sobre la matriz (1) de LEDs de forma directa, sin el empleo de drivers o convertidores de los parámetros de alimentación, modificando la impedancia final de la matriz de emisores luminosos para variar los parámetros eléctricos que la hacen funcionar.

La presente invención permite solucionar los problemas mencionados del estado de la técnica con un sistema sencillo con un bajo número de componentes. Además, los sistemas conocidos del estado de la técnica necesitan de la utilización de drivers o convertidores que funcionan de forma permanente, con lo que añaden una pérdida continua de rendimiento, limitándose a regular los valores de alimentación a parámetros de corriente constante estables, pero sin ser adaptativos.

En el caso de la presente invención el sistema que se propone permite adaptar la impedancia de la matriz a las diferentes necesidades de funcionamiento. Así pues, en el caso de que la temperatura en la matriz haya aumentado mucho, el sistema es capaz de alimentar de manera pulsante la matriz (1) de los LEDs (2) para que la temperatura disminuya, y en caso de que haya disminuido la tensión en los bornes de la batería, el sistema se regula haciendo que la corriente pase por una resistencia en lugar de pasar por los primeros LEDs de cada rama de la matriz con lo que se adapta la luminosidad del sistema a dicha baja tensión en los bornes de la batería. En el inicio del uso de esta adaptación de impedancia, se puede utilizar combinándose con el sistema de conmutación de la alimentación para evitar dar un salto de brillo brusco.

REIVINDICACIONES

- 1- Sistema de iluminación con matriz de LEDs de impedancia variable alimentado por un sistema autónomo basado en baterías que comprende una matriz (1), que está adaptada a los valores de tensión del sistema de alimentación elegido y tiene un sensor de temperatura (7) integrado y está formada por una pluralidad de ramas de varios LEDs en serie, cuya cantidad depende de la tensión nominal de la batería de alimentación de forma que la suma de los valores nominales de los LEDs es ligeramente inferior que la tensión nominal de la batería de alimentación estando las ramas de la matriz (1) situadas en paralelo, comprendiendo todas el mismo número de LEDs, estando el sistema caracterizado por que comprende un microcontrolador (4) que recibe una señal analógica (6) que es función del nivel de carga restante en la batería (3) y que recibe un valor de señal del sensor de temperatura (7) de forma que controla simultáneamente ambos valores y permite regular el flujo de iluminación del sistema de forma continua sin cambios bruscos de iluminación; el sistema incluye también al menos un transistor (5) de tipo MOSFET de conmutación de la alimentación que está conectado al borne negativo de la batería (3) y a la matriz (1); estando la matriz (1) conectada directamente y en todo momento al polo positivo de la batería (3); cuando el microcontrolador (4) recibe un valor de la señal del sensor de temperatura (7) mayor que un valor predeterminado, el microcontrolador (4) envía una señal de control de modulación por ancho de pulsos (PWM) al transistor de tipo MOSFET (5) de conmutación de la alimentación que conmuta muy rápidamente, de modo que se eviten efectos visuales de parpadeo de la luz, la señal de encendido de los LEDs (2) regulando la iluminación del sistema disminuyendo el brillo; cuando el microcontrolador (4) que recibe una señal analógica (6) menor que un cierto nivel de carga de la batería (3), el microcontrolador (4) activa un segundo sistema de regulación que comprende un segundo transistor de tipo MOSFET (9) conectado en serie a una resistencia (8), estando este segundo sistema de regulación conectado con el microcontrolador (4) y conectado en paralelo con un LED (2) de cada una de las ramas de la matriz (1).
- 2- Sistema según la reivindicación 1 en el que el segundo sistema de regulación comprende un segundo transistor (9) de tipo MOSFET y una resistencia (8) conectadas en serie; y donde este segundo sistema de regulación está conectado en paralelo con un LED (2) de cada una de las ramas de la matriz (1), tal que cuando se activa el segundo sistema de regulación la corriente pasa por la resistencia (8) dejando a los LEDs (2) conmutados de cada rama sin corriente, adaptándose así el sistema de iluminación a la carga restante en la batería; además este sistema se puede utilizar de forma absoluta, controlando el transistor (9) con una señal digital todo/nada o de forma adaptativa mediante una segunda señal PWM.

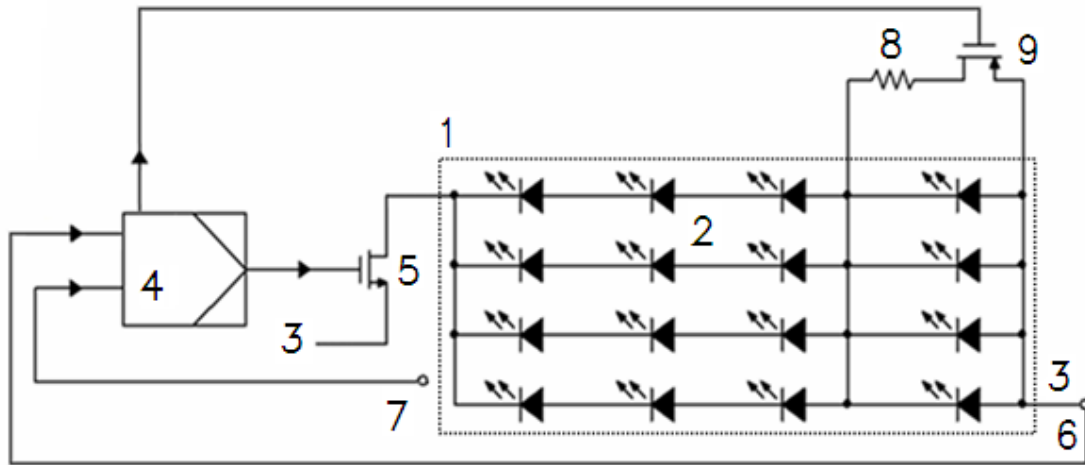


FIG. 1