

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 080**

51 Int. Cl.:

H05B 45/54 (2010.01)

H05B 47/24 (2010.01)

H05B 45/48 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.08.2020 PCT/EP2020/072219**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.02.2021 WO21028330**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2020 E 20750284 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2024 EP 4014698**

54 Título: **Circuito MOSFET, por ejemplo, para su uso en un controlador lineal de derivación, y método de protección contra sobretensiones**

30 Prioridad:

12.08.2019 WO PCT/CN2019/100214
18.11.2019 EP 19209749

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.10.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

LUO, CHENGHU y
HAN, SHAOWEI

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 983 080 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 MOSFET, por ejemplo, para su uso en un controlador lineal de derivación, y método de protección contra sobretensiones

5

Campo de la invención

Esta invención se refiere a circuitos MOSFET (*acrónimo de Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, es decir, Transistor de Efecto de Campo Metal-Óxido Semiconductor, N. del T.*) en general, y es de particular interés para circuitos de accionamiento lineal con derivación, por ejemplo, para accionar una carga de iluminación LED.

10

Antecedentes de la invención

Los controladores lineales con derivación (TLD - *Tapped-Linear Drivers*) para LED son bien conocidos. A diferencia de los controladores de modo conmutador, no contienen elementos de conmutación de alta frecuencia que deterioren el rendimiento de interferencia electromagnética (EMI - *ElectroMagnetic Interference*) del controlador.

15

En una disposición apilada, los LED que se van a accionar están dispuestos en una cadena en serie, con secciones de la cadena sorteadas selectivamente por los respectivos conmutadores con derivación. Cada sección normalmente comprende una serie de LED individuales. Las operaciones de conmutación tienen como objetivo hacer coincidir el voltaje de la red en diferentes puntos durante el período de la red con el voltaje directo del LED requerido. Al hacerlo, el TLD mantiene una alta eficiencia que es comparable a la de un controlador en modo conmutador.

20

Se conocen muchas topologías para los TLD. Normalmente, se proporciona un rectificador en la entrada para proporcionar una entrada completamente rectificadas al TLD.

25

La topología apilada básica utiliza una sola fuente de corriente y tiene conmutadores de derivación alrededor de los LED o grupos de LED respectivos.

30

El control de los conmutadores de derivación se puede lograr usando un control basado en el voltaje. Esto implica medir el voltaje de entrada instantáneo y controlar los conmutadores para que el voltaje de entrada y los voltajes de LED coincidan. Alternativamente, el control basado en la corriente de los conmutadores se basa en el principio de que los conmutadores están normalmente cerrados y solo se abren cuando la corriente supera un cierto nivel preestablecido.

35

Surge un problema en el caso de una sobretensión en la entrada de un TLD y cuando hay una sobretensión en los circuitos MOSFET en general. El evento de sobretensión da lugar a un aumento de los voltajes en los nodos del circuito, y estos voltajes aumentados deben ser tolerados por los componentes del circuito, como el MOSFET o los MOSFET.

40

Sería deseable poder tolerar eventos de sobretensión con componentes de menor potencia.

El documento US-20140265861 A1 describe un MOSFET y un circuito de control de sobretensión, en donde el circuito de control de sobretensión detecta el voltaje de entrada en el BUS para desconectar el MOSFET.

45

Resumen de la invención

Un concepto de la invención es proporcionar un circuito MOSFET que bloquee el voltaje de una puerta MOSFET para apagarla cuando el voltaje de la fuente supera un nivel umbral (lo que significa que el MOSFET estaba encendido), por ejemplo, en respuesta a un evento de sobretensión entre la fuente y el drenaje. Por lo tanto, la sobretensión no se aplicaría a través del MOSFET y el MOSFET está protegido. En un ejemplo particular de NMOS, la puerta se mantiene a un voltaje inferior al voltaje en la fuente, para apagar el MOSFET durante un evento de sobretensión de este tipo, pero no durante el funcionamiento normal. Esto proporciona una protección automática contra los aumentos no deseados del voltaje de entrada.

55

La invención se define mediante un circuito MOSFET según la reivindicación 1 y mediante un método de protección contra sobretensiones según la reivindicación 14. Otras realizaciones se exponen en las reivindicaciones dependientes.

60

Según la invención, se proporciona un circuito MOSFET, que comprende:

un primer MOSFET que comprende un drenaje conectado a un voltaje de entrada, una puerta y una fuente;

un componente de circuito unidireccional conectado entre la fuente y un nodo de control de puerta, cuyo nodo de control de puerta controla la conmutación del primer MOSFET usando la puerta; y

65

un circuito umbral conectado entre el nodo de control de puerta y un voltaje de referencia,

5 en donde el circuito umbral está adaptado para fijar el voltaje en el nodo de control de puerta a un nivel de voltaje de retención cuando el voltaje en la fuente supera un nivel umbral de voltaje y hace que el componente de circuito unidireccional se convierta en conductor en una dirección desde la fuente al nodo de control de puerta y permite la conducción del circuito umbral, manteniendo así el nodo de control de puerta a un voltaje tal que apague el primer MOSFET.

10 Este circuito MOSFET proporciona protección contra aumentos no deseados en el voltaje de entrada. Cuando se enciende el MOSFET, el voltaje de la fuente aumentará en respuesta al aumento del voltaje de entrada. Para proteger el MOSFET de estos voltajes aumentados, el MOSFET se apaga automáticamente. Esto ocurre cuando el voltaje en la fuente es lo suficientemente alto como para que el componente del circuito unidireccional conduzca, porque el nodo de control de puerta ha alcanzado el nivel de voltaje de bloqueo del circuito umbral. Esto desactiva el MOSFET, por ejemplo, en el caso de un MOSFET de canal n, al mantener la puerta por debajo del voltaje de la fuente. Por lo tanto, al fijar el voltaje de la puerta, se bloquea el voltaje de la fuente y se apaga el MOSFET.

15 De esta manera, se pueden reducir los voltajes (o diferencias de voltaje) a los que están expuestos los MOSFET. Esto significa que se pueden usar componentes de menor voltaje.

20 En un ejemplo, dicho circuito umbral (D17, R4, D13) está desacoplado del voltaje de entrada. Esta realización excluye la protección contra sobretensiones basada en la detección del voltaje de entrada.

25 El componente de circuito unidireccional está conectado, por ejemplo, en su dirección de conducción directa entre la fuente y el nodo de control de puerta, en donde el circuito umbral está adaptado para fijar el voltaje en el nodo de control de puerta a un nivel de voltaje de retención cuando el voltaje en la fuente supera un nivel umbral de voltaje, al permitir la conducción directa a través del componente de circuito unidireccional desde la fuente hasta el nodo de control de puerta.

30 Este componente de circuito unidireccional proporciona así una ruta de conducción desde la fuente hasta el nodo de control de puerta, cuando el voltaje de la fuente aumenta más allá del voltaje máximo del nodo de control de puerta impuesto por el circuito umbral.

35 En un primer conjunto de ejemplos, el primer MOSFET es de canal n y el nodo de control de puerta es la puerta, en donde la conducción a través del componente de circuito unidireccional y la conducción del circuito umbral mantienen la puerta a un voltaje inferior al voltaje en la fuente. Por lo tanto, la puerta se puede bajar para apagar el MOSFET de canal n.

40 En un segundo conjunto de ejemplos, el primer MOSFET es de canal p, y en donde el primer MOSFET tiene un circuito de accionamiento de puerta que comprende un MOSFET de accionamiento de puerta de canal n, en donde el nodo de control de puerta es la puerta del MOSFET de accionamiento de puerta, en donde la conducción a través del componente de circuito unidireccional y la conducción del circuito umbral desconectan el MOSFET de accionamiento de puerta, apagando así el primer MOSFET.

45 Al abrir la puerta de un MOSFET de canal p, se encenderá el transistor. Por lo tanto, se usa un circuito de accionamiento de puerta para que se pueda usar un voltaje reducido para apagar el MOSFET de canal p. El MOSFET de accionamiento de puerta funciona como un inversor.

El componente de circuito unidireccional puede comprender un diodo.

50 Este diodo proporciona una ruta de conducción entre la fuente y el nodo de control de puerta, cuando el voltaje de la fuente aumenta más allá del voltaje máximo del nodo de control de puerta impuesto por el circuito umbral.

55 El circuito umbral puede adaptarse para fijar el voltaje en el nodo de control de puerta en respuesta a un evento de sobretensión del voltaje de entrada. Por lo tanto, el MOSFET no necesita soportar el voltaje de un evento de sobretensión máximo tolerado.

60 El circuito umbral comprende, por ejemplo, un diodo Zener. El circuito umbral también puede comprender una resistencia limitadora de corriente en serie con el diodo Zener. La resistencia limitadora de corriente protege los componentes del circuito umbral.

65 El circuito, por ejemplo, comprende una conexión en serie de una pluralidad de MOSFET, incluido el primer MOSFET, en donde el circuito comprende una pluralidad de componentes de circuito unidireccionales, cada uno conectado en su dirección de conducción directa desde la fuente al nodo de control de puerta de uno de los MOSFET respectivos, en donde el circuito umbral está conectado entre el nodo de control de puerta de cada MOSFET y el voltaje de referencia, y en donde el circuito umbral está adaptado para reducir el voltaje en el nodo de control de puerta de cada MOSFET al nivel de voltaje de retención cuando el voltaje en la fuente del MOSFET respectivo supera un nivel umbral

de voltaje respectivo, lo que permite la conducción directa a través del componente de circuito unidireccional respectivo y la conducción del circuito umbral y, por lo tanto, se apaga el MOSFET respectivo.

5 El circuito umbral en este caso permite compartir un aumento en el voltaje de entrada entre los múltiples MOSFET, de modo que la capacidad de manejo de voltaje de cada MOSFET individual se puede reducir aún más.

El circuito umbral puede comprender un diodo Zener compartido que está conectado al nodo de control de puerta de cada MOSFET a través de un componente de circuito unidireccional adicional respectivo.

10 Los componentes adicionales del circuito unidireccional (por ejemplo, diodos) proporcionan aislamiento entre las puertas, de modo que los MOSFET pueden accionarse de forma independiente. Sin embargo, el circuito umbral utiliza un diodo Zener compartido para establecer el voltaje de retención. Por lo tanto, la sobrecarga de circuito adicional se mantiene en un nivel bajo.

15 La invención también proporciona un controlador LED lineal de derivación, que comprende:

una cadena de LED que comprende un conjunto de secciones de LED en serie;

20 un circuito MOSFET como se definió anteriormente, en donde cada sección de LED está asociada a uno de los MOSFET respectivos, en donde cada MOSFET proporciona una ruta de corriente de derivación para la sección de LED asociada; y

25 un controlador para controlar los voltajes de puerta de los MOSFET en función de una amplitud instantánea del voltaje de entrada, con el fin de eludir al menos una de las secciones de LED para presentar un voltaje directo de las secciones de LED no desviadas que coincida con la amplitud instantánea del voltaje de entrada.

Un controlador lineal de derivación (TLD), en particular un TLD binario, es un uso preferido del circuito MOSFET.

30 El controlador de LED lineal de derivación puede comprender además un condensador respectivo en paralelo con cada sección de LED, y un diodo entre el MOSFET asociado y el circuito paralelo de la sección de condensador y LED.

35 El controlador LED lineal con derivación puede comprender además un rectificador, en donde el rectificador comprende una entrada para recibir un voltaje de corriente alterna y una salida de la salida del rectificador comprende el voltaje de entrada para el circuito MOSFET.

40 El voltaje de entrada es, por lo tanto, una señal de corriente alterna rectificadas. Tiene un voltaje que varía con el tiempo. El controlador controla los MOSFET y, por lo tanto, las funciones de derivación, en función del nivel de este voltaje de entrada, correspondiente a una fase particular de la entrada de CA prorrectificada, de manera conocida.

El controlador de LED lineal de derivación puede comprender además un circuito fuente de corriente en serie con la cadena de LED, en donde el controlador sirve además para controlar el circuito fuente de corriente. Una disposición de condensadores se encuentra, por ejemplo, entre el voltaje de entrada y tierra.

45 Esta disposición de condensadores proporciona una compatibilidad electromagnética (EMC) mejorada al permitir que una sobrecorriente instantánea se absorba y, por lo tanto, se desvíe de los MOSFET.

50 La disposición de condensadores puede comprender un primer condensador en paralelo con toda la cadena de LED y un segundo condensador en paralelo con el circuito fuente de corriente.

55 El primer condensador proporciona una compatibilidad electromagnética (EMC) mejorada al permitir que una sobrecorriente instantánea sea absorbida y, por lo tanto, desviada de los MOSFET. El segundo condensador funciona como un divisor de voltaje con el primer condensador, estableciendo así un voltaje a través de la fuente de corriente cuando hay un evento de sobretensión. El segundo condensador también puede mejorar la EMC y reducir la distorsión armónica total.

La invención también proporciona un método de protección contra sobretensiones para un circuito MOSFET, en donde el circuito MOSFET comprende:

60 un primer MOSFET que comprende un drenaje conectado a un voltaje de entrada, una puerta y una fuente;

un componente de circuito unidireccional conectado entre la fuente y un nodo de control de puerta, cuyo nodo de control de puerta controla la conmutación del primer MOSFET usando la puerta; y

65 un circuito umbral conectado entre el nodo de control de puerta y un voltaje de referencia,

en donde el método comprende:

realizar una retención de voltaje del voltaje en el nodo de control de puerta a un nivel de voltaje de retención, usando el circuito umbral, cuando el voltaje en la fuente supera un nivel de voltaje umbral y hace que el componente de circuito unidireccional se vuelva conductor en una dirección desde la fuente al nodo de control de puerta y permita la conducción del circuito umbral, manteniendo así el nodo de control de puerta a un voltaje tal que apague el primer MOSFET.

Este es el método implementado por el circuito MOSFET definido anteriormente.

La protección contra sobretensiones se puede aplicar a un controlador de LED lineal de derivación, en donde el controlador lineal de derivación comprende una cadena de LED que comprende un conjunto de secciones de LED, en donde cada sección de LED está asociada a un MOSFET respectivo del circuito MOSFET, y en donde el método comprende realizar una retención de voltaje del voltaje en el nodo de control de puerta de cada MOSFET al nivel de voltaje de retención cuando el voltaje en la fuente del MOSFET respectivo supera un voltaje umbral respectivo. nivel en caso de sobretensión en el voltaje de entrada.

Estos y otros aspectos de la invención resultarán evidentes y se aclararán con referencia a la realización o realizaciones descritas a continuación en la memoria.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirán en detalle ejemplos de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

La Figura 1 muestra una arquitectura de controlador lineal con derivación conocida en forma simplificada;

La Figura 2 muestra una implementación del circuito de la Figura 1, con más detalle.

La Figura 3 muestra uno de los voltajes de salida del controlador a modo de ejemplo, antes y después de un evento de sobretensión;

La Figura 4 muestra una modificación del circuito de la Figura 2 de acuerdo con un ejemplo de la invención y basada en MOSFET de canal n;

La Figura 5 muestra el mismo gráfico que la Figura 3 para el circuito de la Figura 4;

La Figura 6 muestra el voltaje a través de la fuente de corriente para el circuito de la Figura 2 y para el circuito de la Figura 4.

La Figura 7 muestra una modificación de una versión de canal p del circuito de la Figura 2 de acuerdo con un ejemplo de la invención; y

La Figura 8 muestra un circuito convertidor resonante basado en medio puente al que se ha aplicado la invención.

Descripción detallada de las realizaciones

La invención se describirá con referencia a las figuras.

Debe entenderse que la descripción detallada y los ejemplos específicos, aunque indican realizaciones ilustrativas del aparato, sistemas y métodos, están previstos únicamente con fines ilustrativos y no pretenden limitar el ámbito de la invención. Estas y otras características, aspectos y ventajas del aparato, sistemas y métodos de la presente invención se entenderán mejor a partir de la siguiente descripción, reivindicaciones adjuntas y dibujos adjuntos. Debe entenderse que las figuras son meramente esquemáticas y no están dibujadas a escala. También debe entenderse que se utilizan los mismos números de referencia en todas las figuras para indicar las mismas partes o partes similares.

La invención proporciona un circuito MOSFET que fija un voltaje de puerta MOSFET (ya sea directamente o a través de un circuito de control de puerta) cuando el voltaje de la fuente supera un nivel umbral, por ejemplo, en respuesta a un evento de sobretensión entre la fuente y el drenaje. En particular, la puerta se mantiene a un voltaje relativo a la fuente, para apagar el primer MOSFET durante un evento de sobretensión de este tipo, pero no durante el funcionamiento normal. Esto proporciona protección automática contra aumentos no deseados en el voltaje de entrada, especialmente cuando el MOSFET estaba encendido durante la conmutación. Un circuito umbral está conectado entre la puerta (o un nodo de control de puerta) y un voltaje de referencia. Cuando el voltaje en la fuente supera un nivel umbral de voltaje, se permite la conducción entre la fuente y la puerta (o el nodo de control de la puerta), y también se permite la conducción del circuito umbral.

- 5 La Figura 1 muestra la topología apilada básica de un controlador lineal de derivación, en forma esquemática simplificada, para explicar el principio de funcionamiento general. El circuito controlador lineal recibe como entrada una señal de red rectificadora de onda completa. El rectificador no se muestra, pero normalmente comprende un circuito puente de diodos. Una única fuente de corriente 10 extrae corriente a través de la cadena de LED, que tiene las secciones D1, D2, D3, D4. Cada sección comprende uno o más LED en serie y, posiblemente, también resistencias.
- 10 La cantidad de LED en cada sección puede ser igual o diferente a la de las otras secciones, y cada una puede ser una colección de LED del mismo color (con diferentes secciones de diferentes colores). Alternativamente, todos los LED pueden ser del mismo color o las secciones pueden tener LED de diferentes colores.
- 15 Todas las secciones D1 hasta la última sección D4 tienen un conmutador de derivación en paralelo respectivo S1, S2, S3, S4, como se muestra (aunque el conmutador de derivación en paralelo puede omitirse para D1, en una versión en la que D1 siempre está conectado).
- 20 Los conmutadores funcionan para hacer coincidir el voltaje en la cadena de LED (es decir, aquellas secciones que no se desvían) con el voltaje de la red en un momento determinado durante cada semiperíodo rectificado del ciclo de voltaje de la red. La fuente de corriente 10 suministra a los LED la corriente requerida (preferiblemente una onda sinusoidal para una distorsión armónica total baja) correspondiente a la potencia que se va a suministrar a los LED.
- 25 La diferencia entre el voltaje de red rectificado instantáneo y el voltaje LED de las secciones conectadas se reduce a través de la fuente de corriente 10. De esta manera, la energía se disipa a través de la fuente de corriente 10.
- 30 Un enfoque para controlar los conmutadores S1 a S4 es proporcionar un control de los conmutadores basado en el voltaje usando un controlador 12. El voltaje de entrada instantánea se mide mediante el controlador 12 y los conmutadores se conmutan para hacer coincidir el voltaje de entrada y los voltajes de la sección LED sumados. Al hacerlo, se minimizan las pérdidas en la fuente de corriente lineal 10.
- 35 Un enfoque alternativo para controlar los conmutadores S1 a S4 es usar un control basado en la corriente; los conmutadores de derivación están normalmente cerrados. Se abren cuando una corriente supera un determinado nivel preestablecido. De esta manera, no se requiere información de voltaje y la conmutación se produce en función de la corriente que fluye a través del conmutador.
- 40 De manera similar, para una fuente de alimentación en modo conmutado con un componente de conmutación de potencia como un inductor o un condensador, un conmutador o disposición de conmutadores se enciende y apaga en alta frecuencia para controlar la comunicación de potencia. Esto se describirá con más detalle haciendo referencia a la Figura 8.
- 45 En resumen, hay momentos en los que el conmutador está encendido. Cuando se produzca una sobretensión en ese momento, la sobretensión se aplicará a través del conmutador y esto puede dañarlo.
- 50 La Figura 2 muestra una implementación del circuito de la Figura 1 con más detalle, y con un control basado en el voltaje de los conmutadores de derivación.
- 55 Cada sección de LED D1 a D4 tiene un conmutador de derivación paralelo asociado implementado en este ejemplo como MOSFET M1 a M4 de canal n.
- 60 Un problema de los circuitos TLD, y del TLD apilado en particular, es el parpadeo de la luz debido a la alimentación de los LED con corriente continua pulsante. La frecuencia de esa pulsación es el doble de la frecuencia del voltaje de red, es decir, 100 Hz o 120 Hz. Esta pulsación se ve como un parpadeo de luz.
- Los condensadores electrolíticos C1 a C4 se añaden para solucionar este problema, con uno en paralelo con cada sección de LED D1 a D4. De este modo, se mantienen tanto el alto factor de potencia como la baja ondulación de los LED.
- Los condensadores paralelos C1 a C4 están desacoplados por los diodos D5 a D8. Estos están en serie con las secciones principales de diodos emisores de luz D1 a D4, de modo que hay un diodo de desacoplamiento en la unión entre dos secciones de LED adyacentes. Por ejemplo, el diodo de desacoplamiento D6 está en serie entre las secciones de LED D1 y D2.
- La corriente de accionamiento consumida por la fuente de corriente carga los condensadores en paralelo con las secciones de LED cuando el conmutador asociado no es conductor, y el condensador se descarga a la sección de LED cuando el conmutador está en conducción. De esta manera, se reduce la pulsación de la corriente y, por lo tanto, el parpadeo de la luz.

ES 2 983 080 T3

Los diodos de desacoplamiento D5 a D8 que están en serie con cada conmutador evitan que los condensadores se descarguen a través de los conmutadores M1 a M4 cuando los conmutadores están en conducción y cuando se desvía la sección LED.

5 El circuito comprende una conexión en serie de los MOSFET M1 a M4. Cada MOSFET comprende una fuente, un drenaje y una puerta. El primer MOSFET M1 tiene su drenaje conectado al BUS de voltaje de entrada. El último MOSFET M4 tiene su fuente conectada a la fuente de corriente 10, que se implementa como un MOSFET M5 adicional, con su voltaje de puerta controlado por el controlador 12.

10 La puerta de cada MOSFET controla su estado de conducción. De manera más general, hay un nodo de control de puerta al que se aplica una señal de control. En el caso de la Figura 2, el nodo de control de puerta es la puerta real, pero como se explicará más adelante, puede haber un circuito para cada MOSFET que interactúa entre una señal de comando para el control del MOSFET y la puerta real.

15 Cada conmutador de derivación MOSFET M1 a M4 tiene un componente de circuito unidireccional, en particular un diodo, conectado en su dirección de conducción directa desde la fuente a la puerta (y más generalmente entre la fuente y el nodo de control de puerta). Estos diodos se muestran como D18 a D21. Se pueden agregar componentes de circuito o parte de los paquetes MOSFET.

20 La Figura 2 muestra además el rectificador de entrada formado como un rectificador de puente de diodos completo de los diodos D9 a D12, que recibe una entrada de red activa y neutra y suministra el BUS de voltaje de bus rectificado al circuito controlador.

25 Un divisor de potencial R2, R3 y un condensador de filtro C5 proporcionan la detección del voltaje de entrada instantánea, que es utilizada por el controlador 12 para cronometrar el funcionamiento de los conmutadores de derivación M1 a M4. Se usa una resistencia de detección de corriente R1 para generar un voltaje de retroalimentación que se suministra al controlador 12 para permitir el control de la fuente de corriente M5 para suministrar una corriente deseada.

30 Un problema de este circuito es que los componentes, en particular los conmutadores de derivación M1 a M4, deben diseñarse para tener en cuenta una posible sobretensión.

35 Para aplicaciones exteriores contra sobretensiones de 10 kV, normalmente se proporciona un dispositivo de protección contra sobretensiones en la luminaria. Esto limita la entrada de voltaje residual al controlador a una entrada de voltaje residual de 2 kV. En los diseños de controladores conocidos, este voltaje residual se fija a 794 V en la línea de bus usando una resistencia VDR dependiente del voltaje, como se muestra en la Figura 2.

40 En esta topología, los MOSFET M1 a M4 se activan y desactivan de acuerdo con una regla binaria. Durante el período de conmutación, el estado encendido de los MOSFET M1 a M4 puede definirse como el estado '1' y el estado apagado puede definirse como el estado '0'. A medida que la fase de voltaje de la red de entrada avanza de 0° a 90° (hasta el máximo) y luego de 90° a 180°, los MOSFET M1 a M4 cambian de los estados binarios "0000" a "1111" y luego vuelven de "1111" a "0000". Debido a la rectificación de la entrada de red, se produce el mismo proceso para la fase de voltaje de red de 180° a 360°.

45 El voltaje del drenaje a la fuente de los MOSFET M1 a M4 cuando están encendidos puede indicarse como VM1on a VM4on. El voltaje del drenaje a la fuente de M5 se indica como VM5.

El voltaje residual del bus durante un evento de sobretensión puede denominarse Vbus.

50 Los voltajes directos de los diodos pueden indicarse como VD5 a VD8 para los diodos de desacoplamiento y VD18 a VD21 para los diodos de puerta-fuente.

55 Los voltajes en los pines de control de salida del controlador 12 son de Vout1 a Vout4, y estos voltajes se aplican a las puertas de los MOSFET M1 a M4.

Puede surgir un evento de sobretensión en cualquier estado de los MOSFET M1 a M4. El peor estado es "1111" con cada uno de los M1 a M4 encendidos. En tal caso, los voltajes en el circuito pueden ser:

60 $V_{out1} = V_{bus} - V_{M1on} - V_{D18} \approx V_{bus}$

$V_{out2} = V_{bus} - V_{M1on} - V_{M2on} - V_{D19} \approx V_{bus}$

$V_{out3} = V_{bus} - V_{M1on} - V_{M2on} - V_{M3on} - V_{D20} \approx V_{bus}$

65 $V_{out4} = V_{bus} - V_{M1on} - V_{M2on} - V_{M3on} - V_{M4on} - V_{D21} \approx V_{bus}$

$$V_{m5} = V_{bus} - (V_{M1on} + \dots + V_{M4on}) - V_{R1} \approx V_{bus}$$

Por lo tanto, el voltaje de la fuente de corriente MOSFET M5 sigue el V_{bus} desde 0V (red eléctrica en un ángulo de fase cero) hasta cerca del límite de sobretensión, en este ejemplo 794V.

Como la conexión de drenaje a tierra del M5 suele tener condensadores parásitos de gran tamaño y, según $i(t) = C \cdot (dv/dt)$, los MOSFET de derivación M1 a M4 tendrán una corriente de choque instantánea muy grande.

Por lo tanto, se puede observar que el voltaje de los pines IC y los MOSFET está cerca de la sobretensión residual V_{bus} , y una corriente de choque instantánea muy grande fluye a través de los transistores M1 a M4.

El enfoque conocido para abordar este problema es utilizar un controlador y MOSFET que puedan soportar la sobretensión residual y seleccionar MOSFET que puedan soportar las sobrecorrientes. Esto aumenta el costo y necesita más espacio.

La Figura 3 muestra el voltaje V_{out1} a modo de ejemplo, antes y después de un evento de sobretensión.

Se puede observar que el evento de sobretensión da como resultado una sobretensión residual (por ejemplo, 794V) en el pin V_{out1} .

La Figura 4 muestra una modificación del circuito de la Figura 2 de acuerdo con un ejemplo de la invención. Los mismos componentes que en la Figura 2 reciben las mismas referencias y no se repite la descripción.

La modificación en comparación con la Figura 2 consiste en añadir un circuito umbral entre la puerta de cada MOSFET de derivación M1 a M4 (y, por lo tanto, de manera más general, el nodo de control de puerta como se explicó anteriormente) y un voltaje de referencia V_{ref} .

El circuito umbral comprende un diodo Zener D13 que se conecta al voltaje de referencia y una resistencia limitadora de corriente R4 en serie con el diodo Zener. D13, por ejemplo, tiene un voltaje umbral de 350V. R4 tiene una resistencia inferior a 10 k Ω y es una resistencia de sobretensión. Se define un nodo N1 en el terminal de la resistencia R4 opuesto al diodo Zener D13. Este nodo N1 se conecta a la puerta de cada MOSFET de derivación M1 a M4 a través de un componente de circuito unidireccional adicional respectivo, por ejemplo, el diodo, D14 a D17. Estos se denominarán diodos de retención en la descripción que sigue.

El circuito umbral general se conecta así entre la puerta de cada MOSFET de derivación M1 a M4 y el voltaje de referencia V_{ref} . El circuito umbral fija el voltaje en la puerta de cada MOSFET a un nivel de voltaje de bloqueo (que depende principalmente del umbral del diodo Zener D13, es decir, ignorando el efecto de R4). Esta retención tiene lugar cuando el voltaje en la fuente del MOSFET respectivo supera un nivel umbral de voltaje respectivo. Este nivel de voltaje umbral es suficiente para que el diodo de puerta-fuente D18 a D21 asociado se vuelva conductor en la dirección de la fuente a la puerta, y para que el diodo de retención D14 a D17 asociado se vuelva conductor. Por lo tanto, cada fuente está conectada al nodo N1 a través de dos diodos (por ejemplo, D18 y D17) que están en serie con la misma polaridad, es decir, con su dirección de conducción directa desde la fuente al nodo N1.

El circuito umbral está adaptado en particular para bloquear el voltaje en la puerta en respuesta a un evento de sobretensión del voltaje de entrada. Sin embargo, los voltajes de funcionamiento normales del circuito no dan como resultado voltajes de fuente que sean suficientes para encender los diodos de retención D14 a D17.

La conducción directa se habilita a través del componente de circuito unidireccional respectivo (D18 a D21) y la conducción del circuito umbral, en particular el diodo de retención respectivo (D14 a D17) y el diodo Zener compartido D13. Esto desactiva el MOSFET respectivo porque la puerta tiene un voltaje inferior al de la fuente (en una cantidad correspondiente a la caída de voltaje entre los diodos D18 a D21).

Cualquier MOSFET que esté conduciendo en el momento de una sobretensión pasará a un estado no conductor. Por lo tanto, todos los MOSFET se apagarán en respuesta a un evento de sobretensión, independientemente de la combinación inicial de estados del conmutador.

El circuito umbral permite compartir un aumento en el voltaje de entrada entre los múltiples MOSFET (incluido el MOSFET M5 de fuente de corriente), de modo que se puede reducir la capacidad de manejo de voltaje de cada MOSFET individual. Esto proporciona una solución de bajo costo que ahorra espacio, que también puede mejorar el rendimiento de la EMI (interferencia electromagnética), la THD (distorsión armónica total) y el rendimiento de alto potencial.

La Figura 4 también muestra una disposición de condensadores entre el BUS de voltaje de entrada y tierra. La disposición de condensadores comprende un primer condensador C6 en paralelo con toda la cadena de LED y un segundo condensador C7 en paralelo con el circuito fuente de corriente M5.

ES 2 983 080 T3

El condensador C6 es un condensador de derivación y EMC. Cuando se genera un evento de sobretensión, C6 puede desviar la corriente de los MOSFET M1 a M4 para reducir la corriente de choque instantánea. Durante el funcionamiento normal, el C6 se carga y descarga para mejorar la EMC.

5 C7 se usa para dividir el voltaje de entrada con C6. Cuando se genera una sobretensión, la división de voltaje significa que el VM5 puede estar cerca del VBUS-VD1-VD2-VD3-VD4, mientras que también reduce la corriente que pasa de M1 a M4. El voltaje máximo de Vbus es conocido y, en base a esto, se pueden establecer valores de capacitancia adecuados para C6 y C7.

10 C7 también puede mejorar EMC y THD. El encendido y apagado de los MOSFET M1 a M4 producirá voltajes y corrientes de impulso, por lo que el C7 funciona como un condensador absorbente, para limitar la tasa de cambio de corriente y voltaje.

15 El circuito funciona para apagar los transistores cuando hay una sobretensión. Para analizar el funcionamiento del circuito, además de las definiciones anteriores, los voltajes de la fuente de drenaje de los MOSFET de derivación M1 a M4 cuando están apagados pueden definirse como VM1off a VM4off, y el voltaje entre los condensadores C1 a C4 se define como VC1 a VC4. Esto da:

20 $VM1off=VD5+VC1 \approx VD1$

$VM2off=VD6+VC2 \approx VD2$

$VM3off=VD7+VC3 \approx VD3$

25 $VM4off=VD8+VC4 \approx VD4$

Cuando el controlador funciona normalmente, el voltaje en el nodo N1 es inferior a 350 V, por lo que no hay corriente a través del D13.

30 Cuando se genera el evento de sobretensión, si M1 está encendido en ese momento, el voltaje de la fuente de M1 aumentará rápidamente por encima de los 350 V. El voltaje de la puerta de M1 aumentará rápidamente por encima de los 350 V, de modo que la ruta a tierra de D18, D17, R4 y D13 se conectará de manera que haya una ruta de corriente desde la puerta de M1 a tierra. Tan pronto como fluya esta corriente, el voltaje de la puerta caerá por debajo del voltaje de la fuente, por lo que el MOSFET M1 se apagará.

35 De la misma manera:

D16, R4, D13 proporcionan una ruta de desconexión para M2;

40 D15, R4, D13 proporcionan una ruta de desconexión para M3; y

D14, R4, D13 proporcionan una ruta de desconexión para M4.

45 En cada caso, la ruta de desconexión está activa cuando el voltaje de la fuente MOSFET respectiva se eleva por encima de un voltaje umbral. Este voltaje umbral es, por ejemplo, dos voltajes directos de diodo por encima del voltaje umbral del diodo Zener D13, es decir, 350 V + 1,4 V.

50 La resistencia limita la corriente a tierra y, por lo tanto, garantiza que los componentes del bucle no se rompan y que el voltaje de la puerta a la fuente de los MOSFET M1 a M4 no supere el voltaje de ruptura.

Por lo tanto, cuando Vout1-Vout4 (correspondiente a los voltajes de puerta de M1 a M4) supera el voltaje de retención (en más del umbral directo de los diodos D14 a D17), la corriente D14 a D17 conduce y la corriente fluye a través de R4 y D13 hacia tierra, y los MOSFET M1 a M4 se apagan.

55 Cuando se desconectan, se producen las siguientes voltajes:

$Vout1=Vbus-VM1off-VD18 \approx Vbus-VD1$

$Vout2=Vbus-VM1off-VM2off-VD19 \approx Vbus-VD1-VD2$

60 $Vout3=Vbus-VM1off-VM2off-VM3off-VD20 \approx Vbus-VD1-VD2-VD3$

$Vout4=Vbus-VM1off-VM2off-VM3off-VM4off-VD21 \approx Vbus-VD1-VD2-VD3-VD4$

65 $VM5=Vbus-VM1off-VM2off-VM3off-VM4off \approx Vbus-VD1-VD2-VD3-VD4$

Suponiendo un voltaje de entrada de 230 VAC y un voltaje residual de sobretensión V_{bus} de 794 V, esto da:

$$VD1 \approx 144V$$

5 $VD2 \approx 72V$

$$VD3 \approx 36V$$

$$VD4 \approx 18V$$

10 Por lo tanto:

$$V_{out1} \approx V_{bus} - VD1 = 794V - 144V = 650V$$

15 $V_{out2} \approx V_{bus} - VD1 - VD2 = 794V - 144V - 72V = 578V$

$$V_{out3} \approx V_{bus} - VD1 - VD2 - VD3 = 794V - 144V - 72V - 36V = 542V$$

20 $V_{out4} \approx V_{bus} - VD1 - VD2 - VD3 - VD4 = 794V - 144V - 72V - 36V - 18V = 524V$

$$VM5 \approx V_{bus} - VD1 - VD2 - VD3 - VD4 = 794V - 144V - 72V - 36V - 18V = 524V$$

25 La Figura 5 muestra como gráfico 50 el mismo gráfico que la Figura 3. El gráfico 52 es para V_{out1} usando el circuito de la Figura 4.

La Figura 6 muestra como gráfico 60 el voltaje $VM5$ para el circuito de la Figura 2 y como gráfico 62 el voltaje $VM5$ para el circuito de la Figura 4.

30 La invención evita la necesidad de reducir el voltaje de retención proporcionada por la resistencia VDR dependiente del voltaje. Esto no es deseable porque entonces puede producirse una posible avería de los componentes debido a los voltajes de red normales. Cuanto menor sea el voltaje de retención, más componentes se necesitarán.

Del análisis anterior se puede ver que los diferentes MOSFET pueden tener diferentes clasificaciones de voltaje.

35 Por ejemplo, el MOSFET M1 se sujeta con D5, C1 y D1 (en paralelo), el M2 se sujeta con D6, C2 y D2, y así sucesivamente. Los diodos D1 a D4 tienen diferentes voltajes.

40 A modo de ejemplo, para un voltaje de entrada de 230 VCA, las clasificaciones de voltaje de fuente-drenaje pueden ser de 200 V para M1, 100 V para M2, 60 V para M3 y 30 V para M4.

El ejemplo anterior utilizó un controlador lineal de derivación que conmuta el LED de acuerdo con la amplitud instantánea del voltaje de entrada para describir la invención. Obsérvese que la invención también se puede aplicar a un controlador lineal simple en donde el LED no está conmutado sino fijo.

45 El ejemplo anterior se basa en un circuito MOSFET de canal n. Sin embargo, los mismos conceptos pueden aplicarse a un circuito MOSFET de canal p, como se muestra en la Figura 7.

50 Los mismos componentes que en la Figura 4 reciben los mismos números de referencia y la descripción no se repite. Los MOSFET M1 a M4 son ahora dispositivos de canal p.

55 Esto significa que si la puerta se reduce a una referencia baja, se encenderá el MOSFET del canal p, que es la función opuesta a la deseada. Por lo tanto, cada MOSFET M1 a M4 tiene un circuito de control de puerta que se conecta a la puerta del MOSFET. El circuito de control de puerta comprende un pequeño MOSFET de canal n, Q1 a Q4, y un resistor *pull up* R5 a R8. Los resistores *pull up* se encuentran entre el drenaje y la puerta de los respectivos MOSFET de canal p. La entrada al circuito de control de puerta es el nodo de control de puerta, y los diodos D14 a D17 del circuito umbral se conectan entre este nodo de control de puerta y el voltaje de referencia. Los diodos D18 a D21 se conectan entre la fuente y el nodo de control de puerta respectivo.

60 Cuando la fuente se eleva, nuevamente hay una ruta de conducción a través de los dos diodos, por ejemplo, desde la fuente de M1, a través del diodo D18 y a través del diodo D17. Esto abre la puerta de Q1 que la apaga. A continuación, el resistor *pull up* R8 eleva la puerta del MOSFET M1 hasta el voltaje de drenaje, lo que desconecta el MOSFET M1 de canal p.

65 La función del circuito es, por lo demás, la descrita anteriormente. Por lo tanto, puede verse que el concepto de la invención puede aplicarse a circuitos MOSFET de canal n y a circuitos MOSFET de canal p.

La invención se ha descrito anteriormente en relación con un circuito TLD de canal n y un circuito TLD de canal p. Sin embargo, la invención se aplica de manera más general a los circuitos MOSFET que pueden estar expuestos a sobretensiones, y particularmente cuando hay una conexión en serie de MOSFET. La invención permite entonces reducir el voltaje residual que aparece en los nodos del circuito y/o permite que el voltaje residual se comparta entre los múltiples MOSFET.

La Figura 8 muestra un ejemplo de una fuente de alimentación en modo conmutador basada en medio puente, a la que se ha aplicado el concepto de la invención. El circuito comprende un medio puente que comprende un MOSFET M100 *pull up* de canal n y un MOSFET M200 *pull down* de canal n. Los dos MOSFET están en serie entre la entrada, el BUS y tierra. La unión entre ellos se conecta a un circuito LC del condensador C300 y el inductor L100. El inductor L100 es el lado principal de un transformador de aislamiento. El lado secundario se conecta a la carga, no se muestra.

No se muestra la circuitería para generar las señales de control normales que se aplicarán a las puertas de los MOSFET. Estas son señales de conmutación de alta frecuencia. La Figura 8 solo muestra los componentes del circuito que se agregan para la protección contra sobretensiones. Básicamente, los dos MOSFET se encienden o apagan alternativamente.

Cuando se enciende el MOSFET M100 y se produce una sobretensión, la sobretensión puede dañarlo. El MOSFET *pull up* M100 tiene el mismo circuito umbral que el descrito anteriormente, que comprende un componente de circuito unidireccional, por ejemplo, un diodo, D300, conectado entre la fuente y la puerta (la propia puerta es el nodo de control de puerta en este circuito). El circuito umbral de un diodo Zener D400 y una resistencia R100 está conectado entre la puerta y tierra y funciona como un voltaje de referencia. El MOSFET *pull up* se apaga en respuesta a un evento de sobretensión, de la misma manera que se explicó anteriormente, mediante conducción a través de D300 y D400.

El MOSFET M200 *pull down* también se desconecta por la sobretensión, ya sea que el MOSFET M100 estaba en estado encendido o en estado apagado. Como la fuente está conectada a una referencia fija, es decir, a tierra, se utiliza un circuito de apagado diferente. La puerta del MOSFET M200 *pull down* está controlada por un amplificador operacional U100. La entrada inversora está provista de una versión escalada del voltaje de entrada, BUS, mediante un divisor de resistencia R200, R300. Cuando la entrada, BUS, es alta, la entrada inversora se eleva por encima del voltaje de referencia en la entrada no inversora, de modo que la salida del amplificador operacional U100 se baja y apaga el MOSFET M200 *pull down*.

En el caso de una sobretensión, el voltaje de entrada, BUS, se divide en dos partes, de modo que el voltaje de la fuente de drenaje de los dos MOSFET se limitará a la mitad de la sobretensión residual y, por lo tanto, se pueden usar componentes de menor voltaje.

Cada uno de los MOSFET tiene un diodo y un condensador D100, C100, D200, C200 en paralelo para proporcionar una ruta de conducción durante el evento de sobretensión.

La Figura 8 es solo un ejemplo simplificado de un circuito de fuente de alimentación en modo conmutador, como un ejemplo de circuito MOSFET que no es un circuito controlador lineal con derivación. Esto demuestra que la invención tiene una aplicabilidad general a los circuitos MOSFET diseñados para tolerar eventos de sobretensión.

Los expertos que ponen en práctica la invención reivindicada, pueden entender y llevar a cabo variaciones de las realizaciones descritas, estudiando los dibujos, la descripción y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la expresión “que comprende” no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido “un” o “una” no excluye una pluralidad. Un único procesador u otra unidad puede cumplir las funciones de varios elementos enumerados en las reivindicaciones. Si el término “adaptado para” se utiliza en las reivindicaciones o descripción, se señala que el término “adaptado para” pretende ser equivalente al término “configurado para”. Ningún símbolo de referencia en las reivindicaciones debe interpretarse como limitativo del ámbito.

REIVINDICACIONES

1. Un circuito MOSFET, que comprende:

5 un primer MOSFET (M1) que comprende un drenaje conectado a un voltaje de entrada (BUS), una puerta y una fuente;

un componente de circuito unidireccional (D18) conectado entre la fuente y un nodo de control de puerta, cuyo nodo de control de puerta controla la conmutación del primer MOSFET (M1) usando la puerta; y

10 un circuito umbral (D17, R4, D13) conectado entre el nodo de control de puerta y un voltaje de referencia,

caracterizado por que el circuito umbral (D17, R4, D13) está adaptado para fijar un voltaje en el nodo de control de puerta a un nivel de voltaje de retención, cuando un voltaje en la fuente supera un nivel umbral de voltaje, y hace que el componente de circuito unidireccional (D18) se vuelva conductor en una dirección desde la fuente al nodo de control de puerta y permite la conducción del circuito umbral (D17, R4, D13), manteniendo así el nodo de control de puerta a un voltaje tal que apague el primer MOSFET (M1).
2. Un circuito MOSFET como el reivindicado en la reivindicación 1, en donde el componente de circuito unidireccional (D18) está conectado en su dirección de conducción directa entre la fuente y el nodo de control de puerta,

en donde dicho circuito umbral (D17, R4, D13) está desacoplado del voltaje de entrada (BUS).
3. Un circuito MOSFET como el reivindicado en las reivindicaciones 1 o 2, en donde el primer MOSFET (M1) es un canal n y el nodo de control de puerta es la puerta, en donde la conducción a través del componente de circuito unidireccional (D18) y la conducción del circuito umbral mantienen la puerta a un voltaje inferior al voltaje en la fuente.
4. Un circuito MOSFET como el reivindicado en las reivindicaciones 1 o 2, en donde el primer MOSFET (M1) es de canal p y en donde el primer MOSFET (M1) tiene un circuito de accionamiento de puerta que comprende un MOSFET de accionamiento de puerta de canal n, en donde el nodo de control de puerta es la puerta del MOSFET de accionamiento de puerta, en donde la conducción a través del componente de circuito unidireccional (D18) y la conducción del circuito umbral desconecta el MOSFET de accionamiento de puerta, para desconectar así el primer MOSFET (M1).
5. Un circuito MOSFET como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde:

el componente de circuito unidireccional (D18) comprende un diodo; y/o el circuito umbral comprende un diodo Zener (D13).
6. Un circuito MOSFET como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende una conexión en serie de una pluralidad de MOSFET (M1-M4) que incluye el primer MOSFET (M1),

45 en donde el circuito MOSFET comprende una pluralidad de componentes de circuito unidireccionales (D18-D21), cada uno conectado entre la fuente y el nodo de control de puerta de uno respectivo de la pluralidad de MOSFET (M1-M4),

en donde el circuito umbral (D17, R4, D13) está conectado entre el nodo de control de puerta de cada MOSFET (M1-M4) 2 de la pluralidad de MOSFET y el voltaje de referencia,

y en donde el circuito umbral (D17, R4, D13) está adaptado para fijar el voltaje en el nodo de control de puerta de cada MOSFET al nivel de voltaje de retención cuando el voltaje en la fuente del MOSFET respectivo supera un nivel umbral de voltaje respectivo, lo que permite la conducción directa a través del componente de circuito unidireccional respectivo (D18-D21) y la conducción del circuito umbral (D17, R4, D13), y por tanto apagar el MOSFET respectivo.
7. Un circuito MOSFET como el reivindicado en la reivindicación 6, en donde el circuito umbral comprende un diodo Zener compartido (D13) que está conectado al nodo de control de puerta de cada MOSFET a través de un componente de circuito unidireccional adicional respectivo (D14-D17).
8. Un controlador LED lineal de derivación, que comprende:

una cadena de LED que comprende un conjunto de secciones de LED (D1, D2, D3, D4) en serie;

un circuito MOSFET como el reivindicado en la reivindicación 6 o 7, en donde cada sección de LED está asociada a una sección respectiva de la pluralidad de MOSFET, en donde cada MOSFET de la pluralidad de MOSFET proporciona una ruta de corriente de derivación para la sección de LED asociada; y

5 un controlador (12) para controlar los voltajes de puerta de cada MOSFET de la pluralidad de MOSFET (M1-M4) en función de una amplitud instantánea del voltaje de entrada, con el fin de eludir al menos una de las secciones de LED, para presentar así un voltaje directo de secciones de LED no desviadas que coincidan con la amplitud instantánea del voltaje de entrada.

10 9. Un controlador LED lineal de derivación según la reivindicación 8, que comprende además un condensador respectivo (C1-C4) en un circuito paralelo con una sección de LED respectiva, y un diodo (D5-D8) entre el MOSFET asociado respectivo y el circuito paralelo del condensador respectivo y la sección de LED respectiva.

15 10. Un controlador LED lineal de derivación según las reivindicaciones 8 o 9, que comprende además un rectificador, en donde el rectificador (D9-D12) comprende una entrada para recibir un voltaje de corriente alterna y una salida de la salida del rectificador que comprende el voltaje de entrada para el circuito MOSFET.

20 11. Un controlador LED lineal de derivación según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, que comprende además un circuito fuente de corriente (M5) en serie con la cadena de LED, en donde el controlador está configurado además para controlar el circuito fuente de corriente.

25 12. Un controlador LED lineal de derivación como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, que comprende además una disposición de condensadores entre el voltaje de entrada (BUS) y tierra.

30 13. Un controlador LED lineal de derivación según la reivindicación 12, en donde la disposición de condensadores comprende un primer condensador (C6) en paralelo con la cadena de LED y un segundo condensador (C7) en paralelo con el circuito fuente de corriente.

35 14. Un método de protección contra sobretensiones para un circuito MOSFET, en donde el circuito MOSFET comprende:

un primer MOSFET (M1) que comprende un drenaje conectado a un voltaje de entrada (BUS), una puerta y una fuente;

35 un componente de circuito unidireccional (D18) conectado entre la fuente y un nodo de control de puerta, cuyo nodo de control de puerta controla la conmutación del primer MOSFET (M1) usando la puerta; y

40 un circuito umbral (D17, R4, D13) conectado entre el nodo de control de puerta y un voltaje de referencia y desacoplado del voltaje de entrada (BUS),

caracterizándose el método de protección contra sobretensiones en las etapas de:

45 realizar una retención de voltaje de un voltaje en el nodo de control de puerta a un nivel de voltaje de retención, usando el circuito umbral, cuando un voltaje en la fuente supera un nivel de voltaje umbral y hace que el componente de circuito unidireccional (D18) se vuelva conductor en una dirección desde la fuente al nodo de control de puerta y permita la conducción del circuito umbral, manteniendo así el nodo de control de puerta a un voltaje tal que desconecte el primer MOSFET.

50 15. El método de protección contra sobretensiones de la reivindicación 14 aplicado a un controlador LED lineal de derivación, en donde el controlador LED lineal de derivación comprende una cadena de LED que comprende un conjunto de secciones de LED (D1, D2, D3, D4), en donde cada sección de LED está asociada a un MOSFET respectivo del circuito MOSFET, y en donde el método comprende realizar una retención de voltaje de un voltaje en el nodo de control de puerta de cada MOSFET al nivel de voltaje de retención cuando un voltaje en la fuente del MOSFET respectivo supera un nivel de voltaje umbral respectivo en caso de una sobretensión en el voltaje de entrada.

55

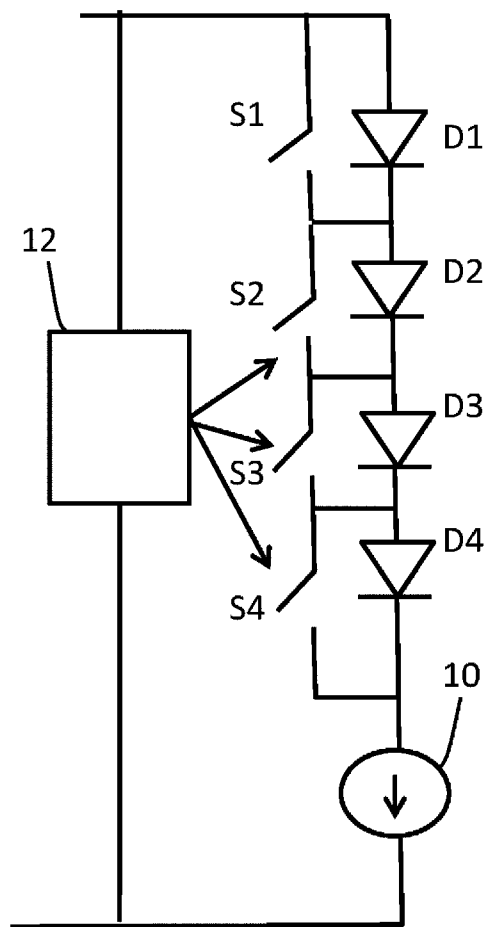


Figura 1

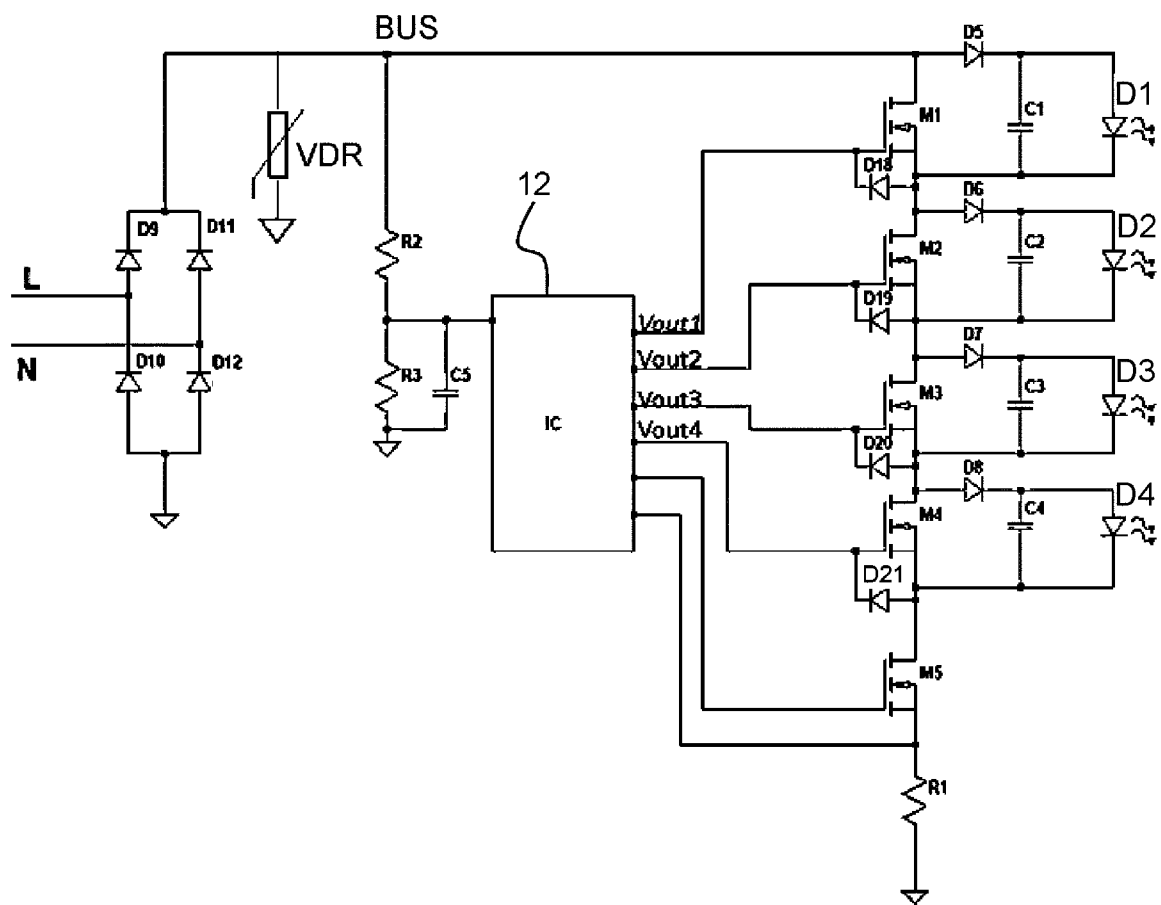


Figura 2

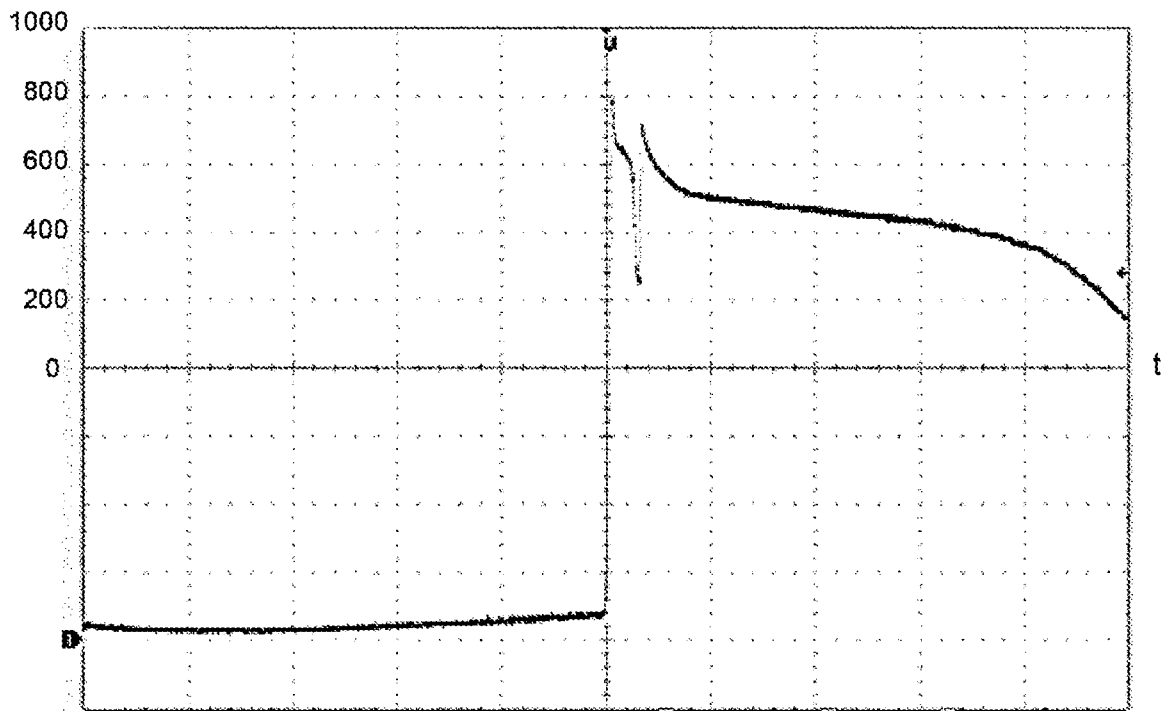


Figura 3

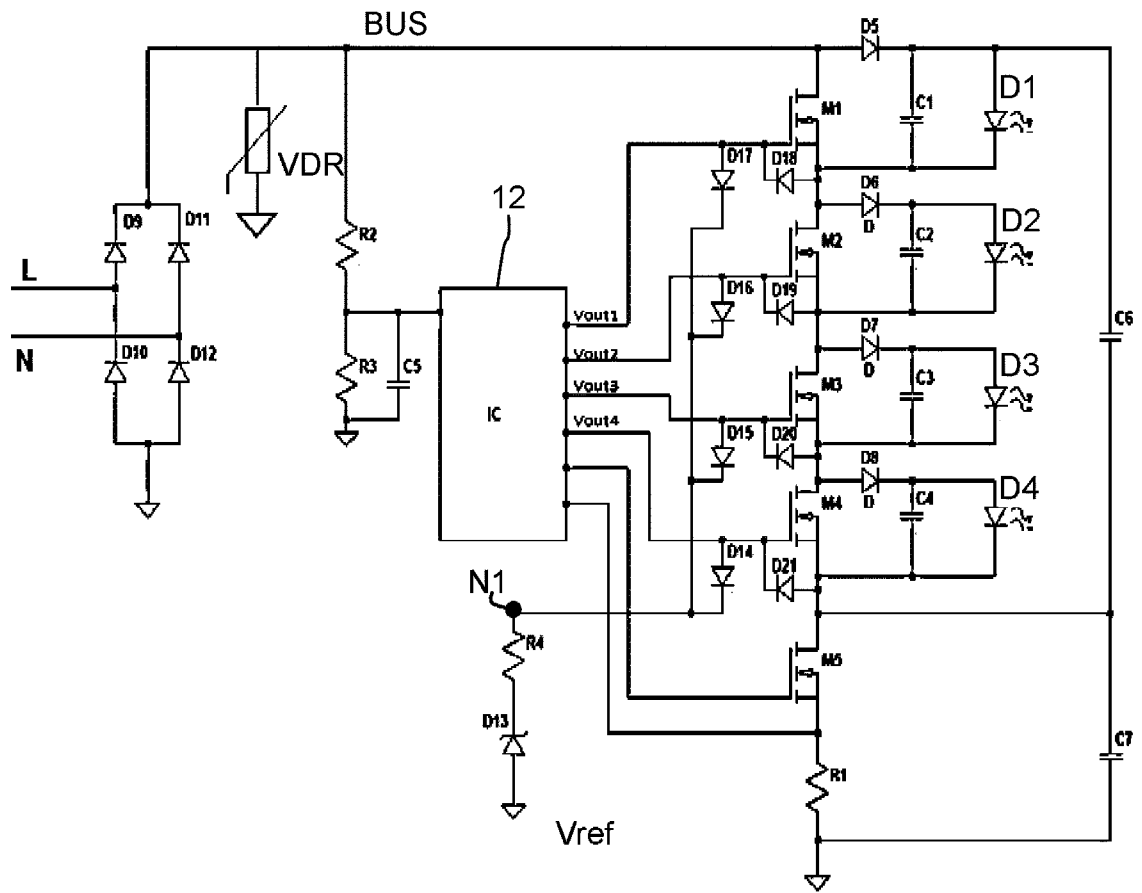


Figura 4

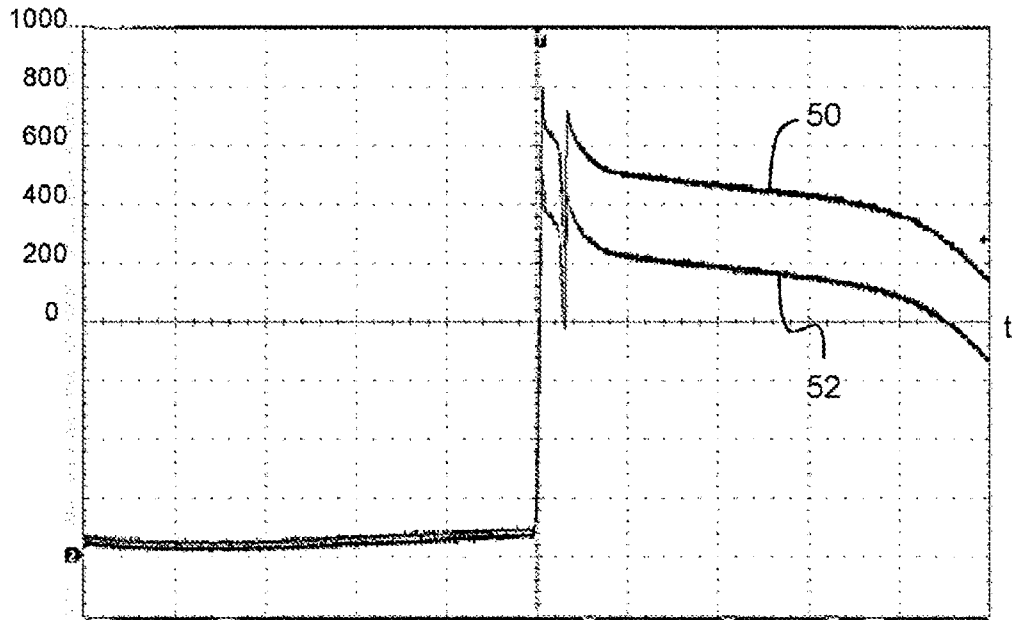


Figura 5

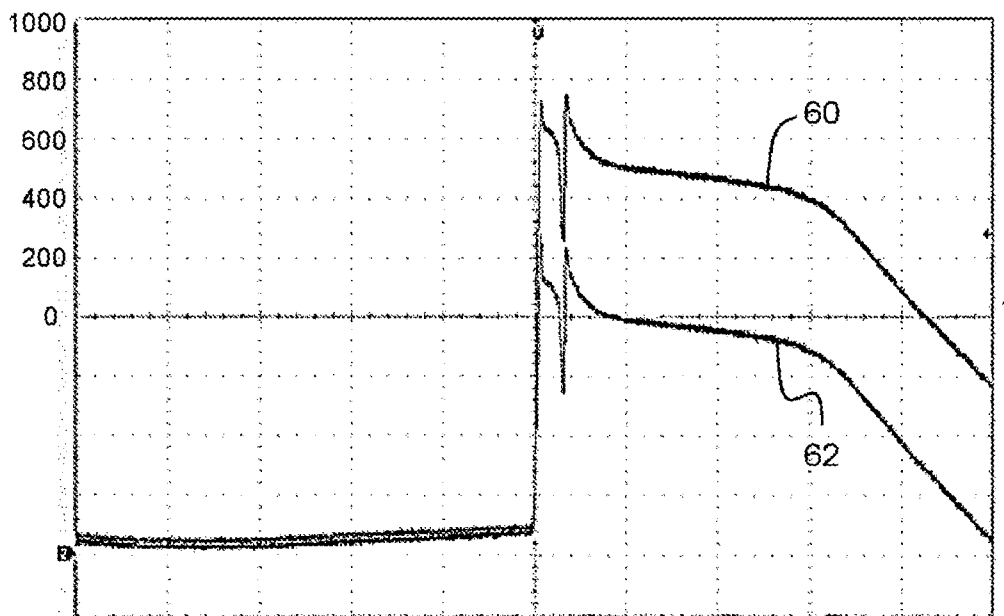


Figura 6

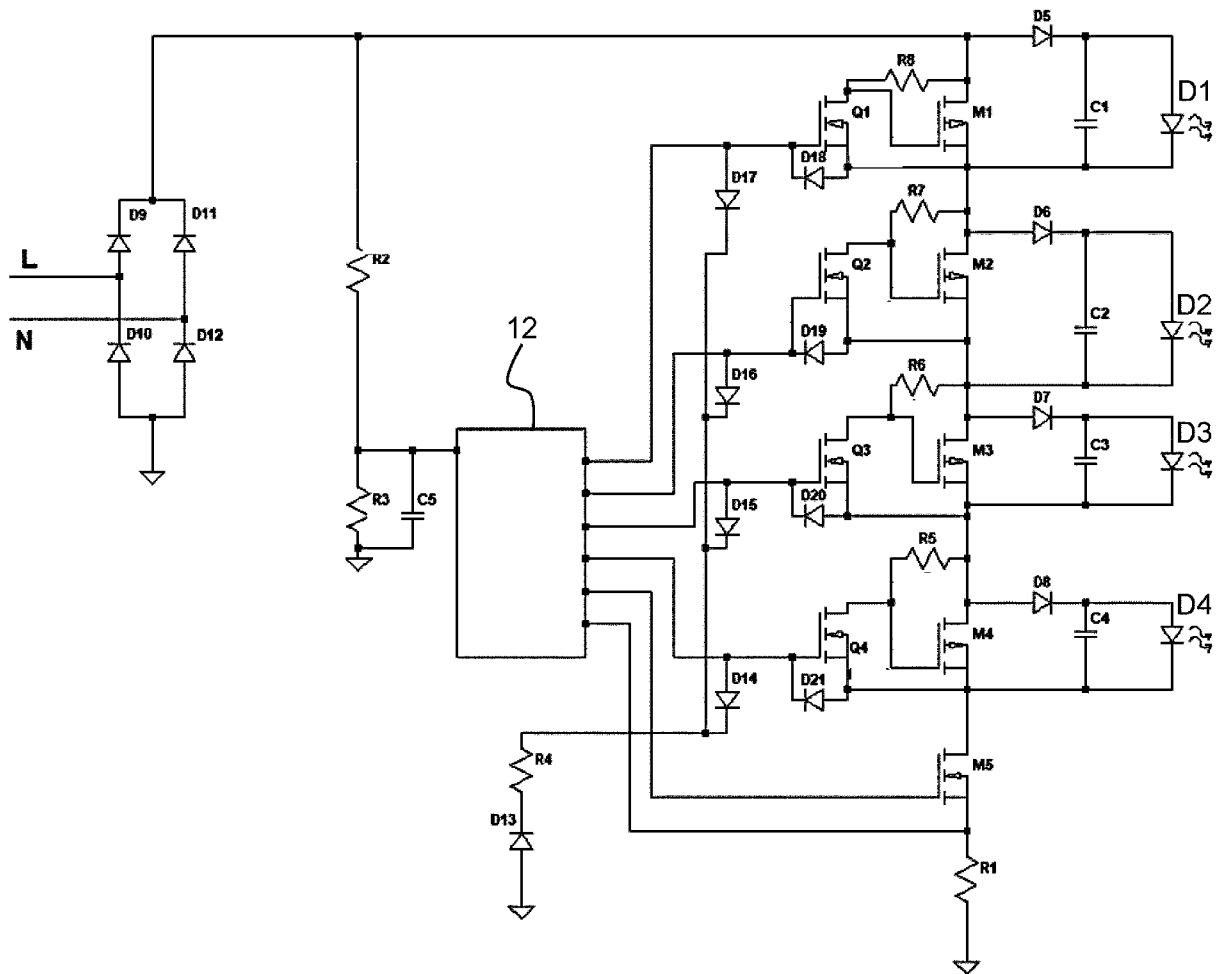


Figura 7

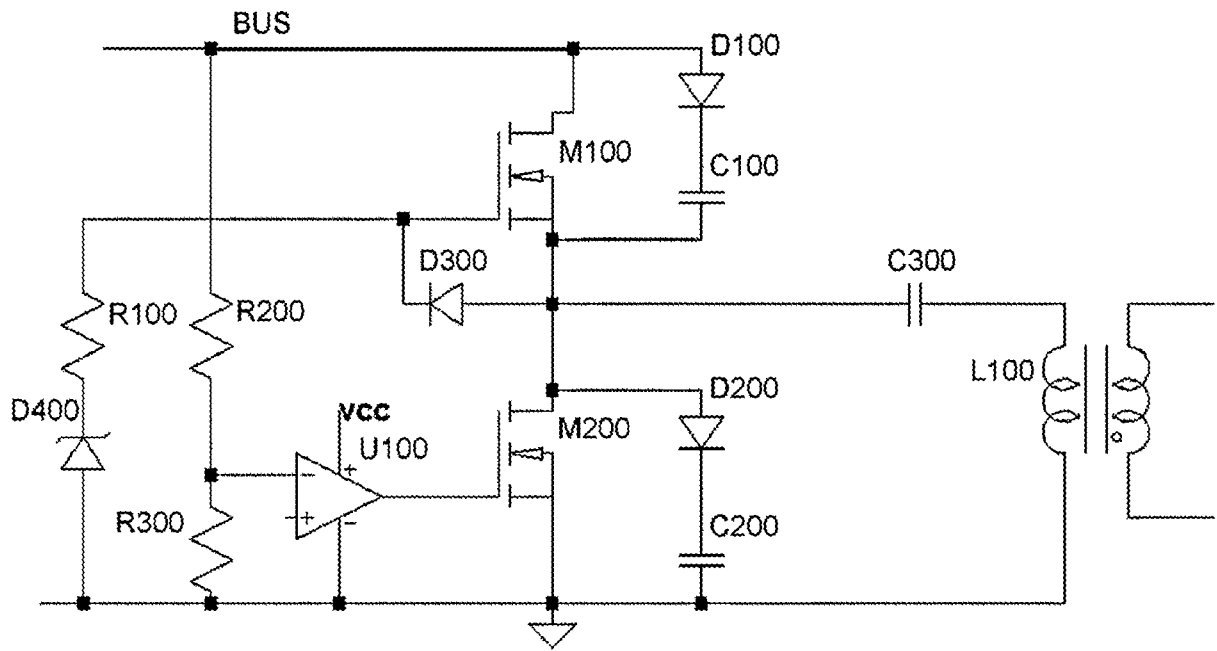


Figura 8