

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 648**

51 Int. Cl.:

H02H 7/00 (2006.01)

H03K 17/08 (2006.01)

H02H 9/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2019** **PCT/CN2019/127599**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.07.2020** **WO20135356**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2019** **E 19904375 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2024** **EP 3796500**

54 Título: **Circuito de protección y sistema de gestión de baterías**

30 Prioridad:

24.12.2018 CN 201811585104

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

02.10.2024

73 Titular/es:

**CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY
(HONG KONG) LIMITED (100.0%)
Level 19, China Building, 29 Queen's Road
Central
Central, Central and Western District, HK**

72 Inventor/es:

**ZHANG, WEI;
DAN, ZHIMIN;
CAI, JINBO;
HOU, YIZHEN y
CHEN, MEILIN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 980 648 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 protección y sistema de gestión de baterías

5 CAMPO TÉCNICO

Esta solicitud se refiere al campo técnico de los circuitos integrados y, en particular, a un circuito de protección y un sistema de gestión de baterías (BMS).

10 ANTECEDENTES

Actualmente, como parte importante del campo de las nuevas energías, los vehículos eléctricos están creciendo rápidamente. Debido a ventajas tales como la rentabilidad y la baja resistencia en conducción, los relés se han aplicado predominantemente a los vehículos eléctricos. Sin embargo, debido a desventajas tales como el gran peso, la baja velocidad de conmutación y la alta tasa de fallo de los relés, los dispositivos de alimentación semiconductores se han valorado y aplicado en los vehículos eléctricos. Por ejemplo, se han aplicado a motores e inversores un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) y un transistor de efecto de campo de semiconductor de óxido metálico (MOSFET). En comparación con los relés mecánicos, los dispositivos de alimentación semiconductores son fáciles de instalar y compatibles con un BMS, y tienen un ciclo de vida más largo que el ciclo de vida de un automóvil cuando están protegidos adecuadamente.

Sin embargo, el inventor encuentra que existen al menos los siguientes problemas en la técnica anterior: la aplicación de dispositivos de alimentación semiconductores convencionales en un BMS se muestra en la figura 1, en el que un circuito principal incluye principalmente una fuente de alimentación (V), un conmutador MOSFET, una inductancia parásita y un condensador de carga (C_Carga). El conmutador MOSFET incluye un conmutador MOSFET principal positivo, un conmutador MOSFET principal negativo y un conmutador MOSFET anti-inverso. Los estados de encendido y apagado del MOSFET están controlados por una unidad de microcontrolador (MCU). L1, L2, L3 y L4 representan inductancias parásitas en un mazo de cables. Los mazos de cables en un extremo de carga son mayores en número y longitud y, por lo tanto, L3 y L4 son mucho mayores que L1 y L2. Si hace pasar una corriente mayor cuando se enciende el conmutador MOSFET, se almacena más energía en la inductancia parásita. Cuando el conmutador MOSFET está apagado, el voltaje de drenaje-fuente del conmutador MOSFET aumentará debido al efecto de la inductancia parásita. Si la frecuencia de conmutación es mayor, se hará pasar una mayor corriente cuando se encienda el conmutador y se generará una mayor fuerza electromotriz inducida en ambos extremos de un inductor. Cuando se excede el voltaje de drenaje-fuente del MOSFET, el MOSFET se averiará. Aunque el MOSFET en sí tiene una frecuencia de conmutación relativamente alta, la inductancia parásita limita el aumento de la frecuencia de conmutación del MOSFET.

La información divulgada en la sección de antecedentes anterior es solo para facilitar la comprensión de los antecedentes de la presente divulgación y, por lo tanto, puede incluir información que no constituye una tecnología existente conocida por un experto en la técnica.

El documento US 2003/183838 A1 describe un disyuntor de CC de estado sólido que usa un tiristor de apagado por emisor (ETO) como conmutador. El tiristor ETO tiene un ánodo, un cátodo y primer, segundo y tercer electrodos de puerta. El ánodo se puede conectar a una fuente de corriente continua y el cátodo se puede conectar a una carga. Un circuito de disparo de estado sólido está conectado al primer, segundo y tercer electrodos de puerta para controlar la interrupción de la corriente continua a la carga apagando dicho tiristor ETO.

El documento CN 102 097 796 A describe un circuito de protección de absorción de picos de voltaje para un tubo de conmutación de alimentación de un controlador de carga de energía solar. El circuito de protección de absorción de picos de voltaje comprende un circuito de protección de absorción primario y un segundo circuito de protección de absorción, en donde un extremo del circuito de protección de absorción primario está conectado con el extremo de entrada del polo positivo de una batería solar, y el otro extremo del circuito de protección de absorción primario está conectado con el extremo de entrada del polo negativo de la batería solar; y un extremo del segundo circuito de protección de absorción está conectado con el extremo de entrada del polo positivo de la batería de almacenamiento, y el otro extremo del segundo circuito de protección de absorción está conectado con el extremo de entrada del polo negativo de la batería de almacenamiento.

Otra técnica anterior relevante se describe en los documentos CN108879027 y CN108705943.

60 SUMARIO

La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas. No se debe considerar que las realizaciones descritas definen necesariamente la invención a menos que entren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones que no entran dentro de los términos de las reivindicaciones deben entenderse como técnica anterior o ejemplos útiles para comprender la invención. Un objetivo de algunas realizaciones de esta solicitud es divulgar un circuito de protección y un BMS para estabilizar un voltaje entre dos terminales de un primer módulo de conmutación

y entre dos terminales de un segundo módulo de conmutación, reducir los riesgos de avería del primer y el segundo módulos de conmutación, e impedir que una inductancia parásita limite una frecuencia de conmutación de dichos módulos de conmutación.

5 DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Una o más realizaciones se describen de forma ilustrativa con referencia a los dibujos adjuntos correspondientes a las realizaciones. La descripción ilustrativa no constituirá ninguna limitación de las realizaciones. Los componentes etiquetados con el mismo número de referencia en los dibujos adjuntos representan componentes similares. A menos que se especifique lo contrario, los dibujos adjuntos no están sujetos a limitación de escala.

La figura 1 es un diagrama esquemático de la aplicación de un dispositivo de alimentación semiconductor convencional en un BMS en la técnica anterior;

La figura 2 es un diagrama estructural esquemático de un circuito de protección de acuerdo con una primera realización de esta aplicación;

La figura 3 es un diagrama de circuito esquemático de un circuito de protección de acuerdo con una primera realización de esta aplicación;

La figura 4 es un diagrama estructural esquemático de otro circuito de protección de acuerdo con una primera realización de esta aplicación;

La figura 5 es un diagrama de circuito esquemático de otro circuito de protección de acuerdo con una primera realización de esta aplicación;

La figura 6 es un diagrama estructural esquemático de otro circuito de protección más de acuerdo con una primera realización de esta aplicación;

La figura 7 es un diagrama de circuito esquemático de otro circuito de protección de acuerdo con una primera realización de esta aplicación;

La figura 8 es un diagrama de circuito de otro circuito de protección más de acuerdo una primera realización de esta aplicación;

La figura 9 es un diagrama de circuito esquemático de un circuito de protección de acuerdo con una segunda realización de esta aplicación;

La figura 10 es un diagrama de circuito esquemático de un circuito principal y un circuito de protección cuando un primer módulo de conmutación está apagado de acuerdo con una segunda realización de esta aplicación;

La figura 11 es un diagrama de circuito esquemático de un circuito principal y un circuito de protección cuando un segundo módulo de conmutación está apagado de acuerdo con una segunda realización de esta aplicación;

La figura 12 es un diagrama estructural esquemático de un circuito de protección de acuerdo con una tercera realización de esta aplicación;

La figura 13 es un diagrama de circuito esquemático de un circuito de protección de acuerdo con una tercera realización de esta aplicación;

La figura 14 es un diagrama estructural esquemático de un circuito de protección de acuerdo con una cuarta realización de esta aplicación;

La figura 15 es un diagrama de circuito esquemático de un circuito de protección de acuerdo con una cuarta realización de esta aplicación;

La figura 16 es un diagrama de circuito esquemático de otro circuito de protección de acuerdo con una cuarta realización de esta aplicación;

La figura 17 es un diagrama estructural esquemático de un BMS de acuerdo con una quinta realización de esta aplicación; y

La figura 18 es un diagrama estructural esquemático de un BMS de acuerdo con una quinta realización de esta aplicación,

en donde las figuras 12-16 representan realizaciones de la presente invención y las figuras 1-11, 17 y 18 representan realizaciones que no forman parte de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES

Para aclarar los objetivos, las soluciones técnicas y las ventajas de esta solicitud, a continuación se describen algunas realizaciones de esta solicitud con mayor detalle con referencia a los dibujos y realizaciones adjuntos. Es comprensible que las realizaciones específicas descritas en el presente documento simplemente pretendan explicar esta solicitud, pero no tiene la intención de limitar esta solicitud.

Una primera realización de esta solicitud se refiere a un circuito de protección. El circuito de protección está configurado principalmente para proteger un dispositivo de alimentación semiconductor tal como un MOSFET, y el circuito de protección incluye: un primer módulo de protección y un módulo de circulación libre. El primer módulo de protección está conectado en paralelo a un primer módulo de conmutación en un circuito principal de un BMS, y el módulo de circulación libre está conectado en paralelo a un módulo de carga en el circuito principal del BMS. El primer módulo de conmutación, el módulo de carga y un segundo módulo de conmutación en el circuito principal del BMS están conectados en serie, y el primer módulo de conmutación es un transistor de conmutación. El primer módulo de protección cambia a un estado de carga cuando el primer módulo de conmutación está apagado, para estabilizar un voltaje entre un primer terminal del primer módulo de conmutación y un segundo terminal del primer módulo de conmutación. El módulo de circulación libre está configurado para encenderse cuando el primer módulo de conmutación está apagado, para estabilizar el voltaje entre el segundo terminal del primer módulo de conmutación y el primer terminal del segundo módulo de conmutación.

En una realización, el circuito de protección puede incluir además un módulo de regulación de voltaje. El módulo de regulación de voltaje está conectado en paralelo a un módulo de fuente de alimentación en el circuito principal del BMS para estabilizar el voltaje entre el primer módulo de conmutación y el segundo módulo de conmutación, o para estabilizar un voltaje entre un tercer módulo de conmutación y el segundo módulo de conmutación en el circuito principal del BMS.

En una realización, el módulo de regulación de voltaje es un primer condensador.

A continuación se describe un ejemplo de una estructura del circuito de protección.

Escenario 1: Como se muestra en la figura 2, un primer módulo de conmutación 103 es un transistor de conmutación MOSFET principal positivo, y un segundo módulo de conmutación 105 es un relé principal negativo. En este caso, en un circuito principal, un módulo de fuente de alimentación 106, un primer módulo de conmutación 103, un módulo de carga 104 y un segundo módulo de conmutación 105 están conectados en serie en secuencia. Un primer módulo de protección 101 está conectado en paralelo al primer módulo de conmutación 103, y un módulo de circulación libre 102 está conectado en paralelo al módulo de carga 104.

En una realización, el primer módulo de protección incluye un primer submódulo de almacenamiento de energía y un primer submódulo anti-inverso, y el primer submódulo de almacenamiento de energía está conectado en serie al primer submódulo anti-inverso. El primer submódulo anti-inverso se enciende cuando el voltaje entre el primer terminal del primer módulo de conmutación y el segundo terminal del primer módulo de conmutación es mayor que un primer valor preestablecido, de modo que el primer submódulo de almacenamiento de energía almacena un voltaje pico que se produce cuando el primer módulo de conmutación está apagado. El primer valor preestablecido es menor que un voltaje nominal de drenaje-fuente del primer módulo de conmutación. Para evitar sobrecorriente del circuito principal, el primer módulo de protección incluye además un primer submódulo de limitación de corriente. El primer submódulo de limitación de corriente, el primer submódulo de almacenamiento de energía y el primer submódulo anti-inverso están conectados en serie. El primer submódulo de limitación de corriente está configurado para estabilizar una corriente del circuito principal cuando está encendido el primer submódulo anti-inverso. Para implementar una carga o descarga rápida del primer submódulo de almacenamiento de energía, el primer módulo de protección puede incluir además un primer submódulo de carga. El primer submódulo de carga está conectado en paralelo al primer submódulo anti-inverso, y el primer submódulo de almacenamiento de energía realiza la carga o descarga a través del primer submódulo de carga. El primer submódulo de almacenamiento de energía puede ser un segundo condensador y el primer submódulo anti-inverso puede ser un primer diodo. El primer submódulo de limitación de corriente puede ser una primera resistencia y el primer submódulo de carga puede ser una tercera resistencia. En este caso, un diagrama de circuito del circuito de protección se muestra en la figura 3. En la figura 3, V indica el módulo de fuente de alimentación, C1 indica el primer condensador, C2 indica el segundo condensador, S1 indica el primer módulo de conmutación, R3 indica la tercera resistencia, R1 indica la primera resistencia, D1 indica el primer diodo, D3 indica el tercer diodo, C_Carga indica el módulo de carga, S2 indica el segundo módulo de conmutación, S3 indica el tercer módulo de conmutación y L1, L2, L3 y L4 indican inductancia parásita en circuitos derivados respectivamente.

El primer submódulo de limitación de corriente está conectado en serie al primer submódulo anti-inverso para evitar sobrecorriente en el circuito principal.

En la figura 3, el circuito de protección se ilustra usando un ejemplo en el que el primer submódulo de almacenamiento de energía es el segundo condensador, el primer submódulo anti-inverso es el primer diodo, el primer submódulo de limitación de corriente es la primera resistencia y el primer submódulo de carga es la tercera resistencia. En aplicaciones prácticas, el primer submódulo de almacenamiento de energía, el primer submódulo anti-inverso, el primer submódulo de limitación de corriente y el primer submódulo de carga pueden ser otros componentes que cumplen funciones similares.

Esta realización se describe usando un ejemplo en el que el primer módulo de protección incluye un primer submódulo de almacenamiento de energía, un primer submódulo anti-inverso, un primer submódulo de limitación de corriente y un primer submódulo de carga. Un experto en la técnica entiende que en aplicaciones prácticas, el primer módulo de protección puede implementar protección para el primer módulo de conmutación en el caso de que el primer módulo de protección simplemente incluya el primer submódulo de almacenamiento de energía y el primer submódulo anti-inverso. Esta realización no limita circuitos específicos del primer módulo de protección.

Escenario 2: Como se muestra en la figura 4, el segundo módulo de conmutación 105 es un relé principal positivo, y el primer módulo de conmutación 103 es un transistor de conmutación MOSFET principal negativo. En este caso, en el circuito principal, el módulo de fuente de alimentación 106, el segundo módulo de conmutación 105, el módulo de carga 104 y el primer módulo de conmutación 103 están conectados en serie en secuencia. El primer módulo de protección 101 está conectado en paralelo al primer módulo de conmutación 103, y el módulo de circulación libre 102 está conectado en paralelo al módulo de carga 104.

En una realización, el primer módulo de protección incluye un primer submódulo de almacenamiento de energía y un primer submódulo anti-inverso, y el primer submódulo de almacenamiento de energía está conectado en serie al primer submódulo anti-inverso. El primer submódulo anti-inverso se enciende cuando el voltaje entre el primer terminal del primer módulo de conmutación y el segundo terminal del primer módulo de conmutación es mayor que un primer valor preestablecido, de modo que el primer submódulo de almacenamiento de energía almacena un voltaje pico que se produce cuando el primer módulo de conmutación está apagado. El primer valor preestablecido es menor que un voltaje nominal de drenaje-fuente del primer módulo de conmutación. El primer módulo de protección incluye además un primer submódulo de limitación de corriente; el primer submódulo de limitación de corriente, el primer submódulo de almacenamiento de energía y el primer submódulo anti-inverso están conectados en serie, y el primer submódulo de limitación de corriente está configurado para estabilizar la corriente del circuito principal cuando el primer submódulo anti-inverso está encendido. El primer módulo de protección incluye además un primer submódulo de carga; el primer submódulo de carga está conectado en paralelo al primer submódulo anti-inverso, y el primer submódulo de almacenamiento de energía realiza la carga o descarga a través del primer submódulo de carga. El primer submódulo de almacenamiento de energía puede ser un segundo condensador y el primer submódulo anti-inverso puede ser un primer diodo. El primer submódulo de limitación de corriente puede ser una primera resistencia y el primer submódulo de carga puede ser una tercera resistencia. En este caso, un diagrama de circuito del circuito de protección se muestra en la figura 5. En la figura 5, V indica el módulo de fuente de alimentación, C1 indica el primer condensador, C2 indica el segundo condensador, S1 indica el primer módulo de conmutación, R3 indica la tercera resistencia, R1 indica la primera resistencia, D1 indica el primer diodo, D3 indica el tercer diodo, C_Carga indica el módulo de carga, S2 indica el segundo módulo de conmutación, S3 indica el tercer módulo de conmutación y L1, L2, L3 y L4 indican inductancia parásita en circuitos derivados respectivamente.

Esta realización se describe usando un ejemplo en el que el primer módulo de protección incluye un primer submódulo de almacenamiento de energía, un primer submódulo anti-inverso, un primer submódulo de limitación de corriente y un primer submódulo de carga. Un experto en la técnica entiende que en aplicaciones prácticas, el primer módulo de protección puede implementar protección para el primer módulo de conmutación en el caso de que el primer módulo de protección simplemente incluya el primer submódulo de almacenamiento de energía y el primer submódulo anti-inverso. Esta realización no limita circuitos específicos del primer módulo de protección.

Escenario 3: Como se muestra en la figura 6, el primer módulo de conmutación 103 y el segundo módulo de conmutación 105 son ambos transistores de conmutación. El primer módulo de conmutación 103 es un transistor de conmutación MOSFET principal positivo, y el segundo módulo de conmutación 105 es un transistor de conmutación MOSFET principal negativo. En este caso, el circuito de protección incluye además un segundo módulo de protección 107. El segundo módulo de protección 107 está conectado en paralelo al segundo módulo de conmutación 105. El segundo módulo de protección 107 cambia a un estado de carga cuando el segundo módulo de conmutación 105 está apagado, para estabilizar un voltaje entre un primer terminal del segundo módulo de conmutación 105 y un segundo terminal del segundo módulo de conmutación 105. El módulo de circulación libre 102 se enciende cuando el segundo módulo de conmutación 105 está apagado, para estabilizar el voltaje entre el primer módulo de conmutación 103 y el segundo módulo de conmutación 105.

En una realización, el primer módulo de protección incluye un primer submódulo de almacenamiento de energía y un primer submódulo anti-inverso, y el primer submódulo de almacenamiento de energía está conectado en serie al primer submódulo anti-inverso. El primer submódulo anti-inverso se enciende cuando el voltaje entre el primer terminal del primer módulo de conmutación y el segundo terminal del primer módulo de conmutación es mayor que un primer valor preestablecido, de modo que el primer submódulo de almacenamiento de energía almacena un voltaje pico que se

produce cuando el primer módulo de conmutación está apagado. El primer valor preestablecido es menor que un voltaje nominal de drenaje-fuente del primer módulo de conmutación. El primer módulo de protección incluye además un primer submódulo de limitación de corriente; el primer submódulo de limitación de corriente, el primer submódulo de almacenamiento de energía y el primer submódulo anti-inverso están conectados en serie, y el primer submódulo de limitación de corriente está configurado para estabilizar la corriente del circuito principal cuando el primer submódulo anti-inverso está encendido. El primer módulo de protección incluye además un primer submódulo de carga; el primer submódulo de carga está conectado en paralelo al primer submódulo anti-inverso, y el primer submódulo de almacenamiento de energía realiza la carga o descarga a través del primer submódulo de carga. El segundo módulo de protección incluye un segundo submódulo de almacenamiento de energía y un segundo submódulo anti-inverso, y el segundo submódulo de almacenamiento de energía está conectado en serie al segundo submódulo anti-inverso. El segundo submódulo anti-inverso se enciende cuando el voltaje entre el primer terminal del segundo módulo de conmutación y el segundo terminal del segundo módulo de conmutación es mayor que un segundo valor preestablecido, de modo que el segundo submódulo de almacenamiento de energía almacena un voltaje pico que se produce cuando el segundo módulo de conmutación está apagado. Para evitar sobrecorriente del circuito principal, el segundo módulo de protección puede incluir además un segundo submódulo de limitación de corriente. El segundo submódulo de limitación de corriente, el segundo submódulo de almacenamiento de energía y el segundo submódulo anti-inverso están conectados en serie. El segundo submódulo de limitación de corriente está configurado para estabilizar la corriente del circuito principal cuando el segundo submódulo anti-inverso está encendido. Para implementar una carga o descarga rápida del segundo submódulo de almacenamiento de energía, el segundo módulo de protección puede incluir además un segundo submódulo de carga. El segundo submódulo de carga está conectado en paralelo al segundo submódulo anti-inverso, y el segundo submódulo de almacenamiento de energía realiza la carga o descarga a través del segundo submódulo de carga. El primer submódulo de almacenamiento de energía puede ser un segundo condensador. El primer submódulo anti-inverso puede ser un primer diodo. El primer submódulo de limitación de corriente puede ser una primera resistencia. El primer submódulo de carga puede ser una tercera resistencia. El segundo submódulo de almacenamiento de energía puede ser un tercer condensador. El segundo submódulo anti-inverso puede ser un segundo diodo. El segundo submódulo de limitación de corriente puede ser una segunda resistencia. El segundo submódulo de carga puede ser una cuarta resistencia. En este caso, un diagrama de circuito esquemático del circuito de protección se muestra en la figura 7. En la figura 7, V indica el módulo de fuente de alimentación, C1 indica el primer condensador, C2 indica el segundo condensador, C3 indica el tercer condensador, S1 indica el primer módulo de conmutación, S2 indica el segundo módulo de conmutación, S3 indica el tercer módulo de conmutación, R1 indica la primera resistencia, R2 indica la segunda resistencia, R3 indica la tercera resistencia, R4 indica la cuarta resistencia, D1 indica el primer diodo, D2 indica el segundo diodo, D3 indica el tercer diodo, C_Carga indica el módulo de carga y L1, L2, L3 y L4 indican inductancia parásita en circuitos derivados respectivamente.

Un experto en la técnica entenderá que en la figura 7, la estructura específica del circuito de protección se ilustra usando un ejemplo en el que el segundo submódulo de almacenamiento de energía es el tercer condensador, el segundo submódulo anti-inverso es el segundo diodo, el segundo submódulo de limitación de corriente es la segunda resistencia y el segundo submódulo de carga es la cuarta resistencia. En aplicaciones prácticas, el segundo submódulo de almacenamiento de energía, el segundo submódulo anti-inverso, el segundo submódulo de limitación de corriente y el segundo submódulo de carga pueden ser otros componentes que cumplen funciones similares.

Esta realización se describe usando un ejemplo en el que el primer módulo de protección incluye un primer submódulo de almacenamiento de energía, un primer submódulo anti-inverso, un primer submódulo de limitación de corriente y un primer submódulo de carga, y en el que el segundo módulo de protección incluye un segundo submódulo de almacenamiento de energía, un segundo submódulo anti-inverso, un segundo submódulo de limitación de corriente y un segundo submódulo de carga. Un experto en la técnica entiende que en aplicaciones prácticas, el primer módulo de protección puede implementar protección para el primer módulo de conmutación en el caso de que el primer módulo de protección simplemente incluya el primer submódulo de almacenamiento de energía y el primer submódulo anti-inverso. Esta realización no limita circuitos específicos del primer módulo de protección.

El segundo módulo de conmutación está conectado en paralelo al segundo módulo de protección. Cuando el segundo módulo de conmutación está apagado, el segundo módulo de protección cambia al estado de carga para absorber un voltaje pico causado por la inductancia parásita, evitando así un aumento excesivo del voltaje entre el primer terminal del segundo módulo de conmutación y el segundo terminal del segundo módulo de conmutación, y reduciendo los riesgos de avería del segundo módulo de conmutación.

Un experto en la técnica entiende que en aplicaciones prácticas, el primer módulo de conmutación puede ser un transistor de conmutación MOSFET principal negativo, y el segundo módulo de conmutación puede ser un transistor de conmutación MOSFET principal positivo. En este caso, la estructura del circuito de protección es sustancialmente la misma que la mostrada en la figura 4, y los detalles se omiten en el presente documento.

En una realización, el circuito de protección incluye además un módulo de excitación y un módulo de detección. El módulo de detección está configurado para detectar si el primer módulo de conmutación y el segundo módulo de conmutación están en un estado de funcionamiento normal. El módulo de excitación está configurado para excitar el primer módulo de conmutación y el segundo módulo de conmutación de acuerdo con un resultado de detección del

módulo de detección. Por ejemplo, el módulo de detección detecta la corriente del circuito principal, una temperatura y un voltaje de drenaje-fuente del primer módulo de conmutación, y una temperatura y un voltaje de drenaje-fuente del segundo módulo de conmutación. Se considera que el primer módulo de conmutación y el segundo módulo de conmutación están en un estado de funcionamiento anormal si se determina que la corriente del circuito principal es mayor que un primer valor preestablecido, o que la temperatura del primer módulo de conmutación es mayor que un segundo valor preestablecido, o que el voltaje de drenaje-fuente del primer módulo de conmutación es mayor que un tercer valor preestablecido, o que la temperatura del segundo módulo de conmutación es mayor que un cuarto valor preestablecido, o que el voltaje de drenaje-fuente del segundo módulo de conmutación es mayor que el quinto valor preestablecido. En este caso, el módulo de excitación apaga el primer módulo de conmutación y el segundo módulo de conmutación.

En una realización, un diagrama de circuito del circuito de protección se muestra en la figura 8, en la que el módulo de detección es una MCU, una quinta resistencia (R5) está conectada en serie entre el módulo de fuente de alimentación (V) y el tercer módulo de conmutación (S3), y el módulo de excitación incluye un primer submódulo de excitación y un segundo submódulo de excitación. La MCU muestrea la corriente de R5 y determina, de acuerdo con un resultado de muestreo, si el primer módulo de conmutación y el segundo módulo de conmutación están en un estado de funcionamiento normal, y envía un resultado determinante al primer módulo de excitación (excitador de MOS 1) y el segundo submódulo de excitación (excitador de MOS 2). El primer submódulo de excitación excita el primer módulo de conmutación de acuerdo con el resultado de determinación, y el segundo submódulo de excitación excita el segundo módulo de conmutación y el tercer módulo de conmutación de acuerdo con el resultado de determinación. En la figura 8, V indica el módulo de fuente de alimentación, C1 indica el primer condensador, C2 indica el segundo condensador, C3 indica el tercer condensador, S1 indica el primer módulo de conmutación, S2 indica el segundo módulo de conmutación, S3 indica el tercer módulo de conmutación, R1 indica la primera resistencia, R2 indica la segunda resistencia, R3 indica la tercera resistencia, R4 indica la cuarta resistencia, D1 indica el primer diodo, D2 indica el segundo diodo, D3 indica el tercer diodo, C_Carga indica el módulo de carga y L1, L2, L3 y L4 indican inductancia parásita en circuitos derivados respectivamente.

El módulo de excitación puede apagar el primer módulo de conmutación y el segundo módulo de conmutación a tiempo cuando el primer módulo de conmutación y el segundo módulo de conmutación están en un estado de funcionamiento anormal, de modo que el primer módulo de conmutación y el segundo módulo de conmutación puedan funcionar en una región de funcionamiento segura.

En aplicaciones prácticas, como se muestra en la figura 8, el circuito principal puede incluir además otros módulos tales como un módulo de protección contra cortocircuitos, un módulo de fuente de alimentación del excitador de MOS 1 y un módulo de fuente de alimentación del excitador de MOS 2. Para resaltar una parte de innovación de esta solicitud, la primera realización no describe módulos que no estén estrechamente relacionados con la resolución de los problemas técnicos presentados en esta solicitud, lo que, sin embargo, no significará que no existan otros módulos en la primera realización.

A diferencia de la técnica anterior, en el circuito de protección divulgado en esta realización, el primer módulo de conmutación está conectado en paralelo al primer módulo de protección. Cuando el primer módulo de conmutación está apagado, el primer módulo de protección cambia al estado de carga para absorber un voltaje pico causado por la inductancia parásita, evitando así un aumento excesivo de un voltaje entre el primer terminal del primer módulo de conmutación y el segundo terminal del primer módulo de conmutación, y reduciendo los riesgos de avería del primer módulo de conmutación. El segundo módulo de conmutación está conectado en paralelo al segundo módulo de protección. Cuando el segundo módulo de conmutación está apagado, el segundo módulo de protección cambia al estado de carga para absorber un voltaje pico causado por la inductancia parásita, evitando así un aumento excesivo del voltaje entre el primer terminal del segundo módulo de conmutación y el segundo terminal del segundo módulo de conmutación, y reduciendo los riesgos de avería del segundo módulo de conmutación. El módulo de circulación libre se enciende cuando el primer módulo de conmutación o el segundo módulo de conmutación están apagados, estabilizando así el voltaje entre el segundo terminal del primer módulo de conmutación y el primer terminal del segundo módulo de conmutación. El circuito de protección puede absorber a tiempo el pico de voltaje causado por la inductancia parásita, evitando así que la inductancia parásita limite una frecuencia de conmutación del primer módulo de conmutación y del segundo módulo de conmutación.

Una segunda realización de esta solicitud se refiere a un circuito de protección. Esta realización es una representación más detallada de la primera realización y describe específicamente una realización del circuito de protección y sus principios de funcionamiento.

Esta realización describe el circuito de protección usando un ejemplo en el que el circuito de protección incluye un primer módulo de protección, un segundo módulo de protección, un módulo de regulación de voltaje y un módulo de circulación libre. Un experto en la técnica entiende que el módulo de regulación de voltaje no es un módulo obligatorio del circuito de protección, sino que es opcional en el circuito de protección.

Esta realización describe el primer módulo de protección y el segundo módulo de protección usando un ejemplo en el que el primer módulo de protección incluye un primer submódulo de almacenamiento de energía, un primer submódulo

anti-inverso, un primer submódulo de limitación de corriente y un primer submódulo de carga, y en el que el segundo módulo de protección incluye un segundo submódulo de almacenamiento de energía, un segundo submódulo anti-inverso, un segundo submódulo de limitación de corriente y un segundo submódulo de carga. Un experto en la técnica entiende que en aplicaciones prácticas, el primer submódulo de carga, el primer submódulo de limitación de corriente, el segundo submódulo de carga y el segundo submódulo de limitación de corriente no son submódulos obligatorios del primer módulo de protección o del segundo módulo de protección, y se pueden configurar o no dependiendo de las necesidades.

Como se muestra en la figura 9, un circuito principal incluye una fuente de alimentación (V), un primer módulo de conmutación (S 1), un condensador de carga (C_Carga), un segundo módulo de conmutación (S2) y un tercer módulo de conmutación (S3). Cada cable usado para conectar componentes en el circuito principal tiene una inductancia parásita. Por lo tanto, el circuito principal incluye además: una primera inductancia parásita (L1), una segunda inductancia parásita (L2), una tercera inductancia parásita (L3) y una cuarta inductancia parásita (L4). Un cable entre el segundo módulo de conmutación y el tercer módulo de conmutación es relativamente corto y, por lo tanto, tiene una inductancia parásita que es mucho menor que la de L1, L2, L3 y L4, y dicha inductancia parásita no se analiza en esta realización. El circuito de protección incluye un primer módulo de protección, un segundo módulo de protección, un módulo de circulación libre y un módulo de regulación de voltaje. El primer módulo de protección incluye un primer submódulo de almacenamiento de energía, un primer submódulo anti-inverso, un primer submódulo de limitación de corriente y un primer submódulo de carga. El segundo módulo de protección incluye un segundo submódulo de almacenamiento de energía, un segundo submódulo anti-inverso, un segundo submódulo de limitación de corriente y un segundo submódulo de carga. En esta realización, el módulo de regulación de voltaje es un primer condensador (C1), el módulo de circulación libre es un tercer diodo (D3), el primer submódulo de almacenamiento de energía es un segundo condensador (C2), el primer submódulo anti-inverso es un primer diodo (D1), el primer submódulo de limitación de corriente es una primera resistencia (R1), el primer submódulo de carga es una tercera resistencia (R3), el segundo submódulo de almacenamiento de energía es un tercer condensador (C3), el segundo submódulo anti-inverso es un segundo diodo (D2), un segundo submódulo de limitación de corriente es una segunda resistencia (R2), y el segundo submódulo de carga es una cuarta resistencia (R4). En aplicaciones prácticas, el primer módulo de conmutación puede ser un módulo de conmutación principal positivo, el segundo módulo de conmutación puede ser un módulo de conmutación principal negativo y el tercer módulo de conmutación puede ser un módulo de conmutación anti-inverso. El módulo de excitación controla y emite señales excitadoras para los tres módulos de conmutación. Los tres módulos de conmutador trabajan juntos para que el circuito esté disponible para carga y descarga. Durante un proceso de descarga, todas las señales excitadoras del primer módulo de conmutación, del segundo módulo de conmutación y del tercer módulo de conmutación están en un nivel alto. En caso de que sea necesario apagar el circuito principal en una emergencia, el nivel de excitación para el primer módulo de conmutación o el segundo módulo de conmutación pasa a un nivel bajo, para apagar el circuito principal. Sin embargo, debido al impacto de L1, L2, L3 y L4, cuando el primer módulo de conmutación o el segundo módulo de conmutación están apagados, L1, L2, L3 y L4 pueden generar una fuerza electromotriz inducida, aumentando así un voltaje de drenaje-fuente (un voltaje entre un drenaje y una fuente) del primer módulo de conmutación o del segundo módulo de conmutación. En el caso de que la fuerza electromotriz inducida generada exceda un voltaje nominal de drenaje-fuente del primer módulo de conmutación o del segundo módulo de conmutación, el primer módulo de conmutación o el segundo módulo de conmutación se avería. Por lo tanto, es necesario añadir un circuito de protección para proteger el primer módulo de conmutación y el segundo módulo de conmutación.

A continuación se describen los principios de funcionamiento del circuito de protección en caso de que el primer módulo de conmutación (S1) esté apagado.

Cuando S1 está apagado, un diagrama de circuito esquemático del circuito principal y el circuito de protección se muestra en la figura 10. Cuando S1 está apagado, la corriente en el circuito principal disminuye y las inductancias parásitas L1, L2, L3 y L4 generan una fuerza electromotriz inducida en la misma dirección que una dirección de una corriente que pasa en el circuito principal cuando S1 no está apagado. En este momento, un potencial en el punto E (VE) = VPACK + E1, donde VPACK es el voltaje de la fuente de alimentación, E1 es la fuerza electromotriz inducida generada por L1. Un potencial en el punto A (VA) = V_C_Carga - E4 - E3 - E2, donde V_C_Carga es el voltaje almacenado en el condensador de carga, y E4, E3 y E2 son fuerzas electromotrices inducidas generadas por las inductancias parásitas L4, L3 y L2, respectivamente. Cuando una diferencia entre VE y VA es menor que un voltaje directo en estado encendido de D1, se corta un circuito derivado de D1. En este caso, si el voltaje entre los puntos A y E es mayor que el voltaje de C2, entonces C2 se carga lentamente a través de un circuito derivado de R3. La expresión "carga lentamente" se usa porque la resistencia de R1 es mucho menor que la de R3 y la velocidad de carga de C2 es lenta. Si el voltaje entre los puntos A y E es menor que el voltaje de C2, entonces C2 se descarga a través del circuito derivado de R3. Cuando la diferencia entre VE y VA aumenta en un grado específico, D1 se encenderá y C2 se cargará rápidamente a través de D1 y R1, de modo que la diferencia entre VE y VA no será demasiado grande. Cuando S1 se enciende nuevamente, los potenciales en los puntos A y E son casi los mismos y, por lo tanto, D1 se corta. El voltaje entre los puntos A y E es menor que el voltaje de C2, y C2 se descarga a través del circuito derivado de R3.

Cuando S1 está desactivado, el potencial en el punto B es $V_B = -E_2$. Cuando la diferencia entre V_B y V_A es mayor que el voltaje directo en estado encendido de D3, D3 se enciende. Por lo tanto, una diferencia de potencial entre los puntos V_B y V_A está fijada al voltaje directo en estado encendido de D3.

- 5 Durante un estado apagado de S1, los potenciales en los puntos B y C son iguales. Por lo tanto, los potenciales en C3, R4, R2 y D2 permanecen sin cambios.

A continuación se describen los principios de funcionamiento del circuito de protección en caso de que el segundo módulo de conmutación (S2) esté apagado.

- 10 Cuando S2 está apagado, un diagrama de circuito esquemático del circuito principal y el circuito de protección se muestra en la figura 11. De manera similar a la circunstancia en la que S1 está apagado, cuando S2 está apagado, la corriente en el circuito principal disminuye y las inductancias parásitas L1, L2, L3 y L4 generan una fuerza electromotriz inducida en la misma dirección que una dirección de una corriente que pasa en el circuito principal cuando S2 no está
15 apagado. El potencial en el punto B (V_B) = $V_{PACK} + E_1 + E_3 - V_{C_Carga} + E_4$; y el potencial en el punto C (V_C) = $-E_2$. Cuando una diferencia entre V_B y V_C es menor que un voltaje directo en estado encendido de D2, se corta un circuito derivado de D2. En este caso, si el voltaje entre los puntos B y C es mayor que el voltaje de C3, entonces C3 se carga lentamente a través de un circuito derivado de R4. La expresión "carga lentamente" se usa porque la resistencia de R2 es mucho menor que la de R4 y la velocidad de carga de C3 es lenta. Si el voltaje entre los puntos
20 B y C es menor que el voltaje de C3, entonces C3 se descarga a través del circuito derivado de R4. Cuando la diferencia entre V_B y V_C aumenta en un grado específico, D2 se encenderá y C3 se cargará rápidamente a través de D2 y R2, de modo que la diferencia entre V_B y V_C no será demasiado grande. Cuando S2 se enciende nuevamente, los potenciales en los puntos B y C son casi los mismos y, por lo tanto, D2 se corta. El voltaje de C3 es mayor que el voltaje entre los puntos B y C, y C3 se descarga a través de una ruta de R3.

- 25 Cuando S2 está apagado, el potencial en el punto A (V_A) = $V_{PACK} + E_1$ y el potencial en el punto B (V_B) = $V_{PACK} + E_1 + E_3 - V_{C_Carga} + E_4$. Cuando la diferencia entre V_B y V_A es igual a $E_3 - V_{C_Carga} + E_4$, si la diferencia entre V_B y V_A es mayor que el voltaje directo en estado encendido de D3, D3 se encenderá. Por lo tanto, una diferencia de potencial entre los puntos V_B y V_A está fijada al voltaje directo en estado encendido de D3.

- 30 Durante un estado apagado de S2, los potenciales en los puntos A y E son iguales. Por lo tanto, los potenciales en C2, R3, R1 y D1 permanecen sin cambios.

- 35 Independientemente de si S1 o S2 está apagado, el módulo de regulación de voltaje (C1) está configurado para estabilizar el voltaje entre los puntos D y E. A medida que aumenta el voltaje V_{PACK} , el efecto de C1 es más significativo.

- 40 Un experto en la técnica entiende que en aplicaciones prácticas, el módulo de circulación libre también puede incluir múltiples diodos u otros componentes que cumplan funciones similares. Esta realización no limita el tipo o cantidad de los componentes que forman el módulo de circulación libre.

- 45 Un experto en la técnica entiende que en aplicaciones prácticas, el módulo de regulación de voltaje también puede incluir múltiples condensadores u otros componentes que cumplan funciones similares. Esta realización no limita el tipo o cantidad de los componentes que forman el módulo de regulación de voltaje.

- 50 Un experto en la técnica entiende que en aplicaciones prácticas, el primer submódulo de almacenamiento de energía y el segundo submódulo de almacenamiento de energía pueden incluir, cada uno, múltiples condensadores u otros componentes que cumplan funciones similares. Esta realización no limita el tipo o cantidad de los componentes que forman el primer submódulo de almacenamiento de energía o el segundo submódulo de almacenamiento de energía.

- 55 Un experto en la técnica entiende que en aplicaciones prácticas, el primer submódulo anti-inverso y el segundo submódulo anti-inverso pueden incluir, cada uno, múltiples diodos u otros componentes que cumplan funciones similares. Esta realización no limita el tipo o cantidad de los componentes que forman el primer submódulo anti-inverso o el segundo submódulo anti-inverso.

- 60 Un experto en la técnica entiende que en aplicaciones prácticas, el primer submódulo de limitación de corriente y el segundo submódulo de limitación de corriente pueden incluir, cada uno, múltiples resistencias u otros componentes que cumplan funciones similares. Esta realización no limita el tipo o cantidad de los componentes que forman el primer submódulo de limitación de corriente o el segundo submódulo de limitación de corriente.

- 65 Un experto en la técnica entiende que en aplicaciones prácticas, el módulo de regulación de voltaje también puede incluir múltiples condensadores u otros componentes que cumplan funciones similares. Esta realización no limita el tipo o cantidad de los componentes que forman el módulo de regulación de voltaje.

- Un experto en la técnica entiende que en aplicaciones prácticas, el primer submódulo de carga y el segundo submódulo de carga pueden incluir, cada uno, múltiples resistencias u otros componentes que cumplan funciones similares. Esta

realización no limita el tipo o cantidad de los componentes que forman el primer submódulo de carga o el segundo submódulo de carga.

A diferencia de la técnica anterior, en el circuito de protección divulgado en esta realización, el primer módulo de conmutación está conectado en paralelo al primer módulo de protección. Cuando el primer módulo de conmutación está apagado, el primer módulo de protección cambia al estado de carga para absorber un voltaje pico causado por la inductancia parásita, evitando así un aumento excesivo de un voltaje entre el primer terminal del primer módulo de conmutación y el segundo terminal del primer módulo de conmutación, y reduciendo los riesgos de avería del primer módulo de conmutación. El segundo módulo de conmutación está conectado en paralelo al segundo módulo de protección. Cuando el segundo módulo de conmutación está apagado, el segundo módulo de protección cambia al estado de carga para absorber un voltaje pico causado por la inductancia parásita, evitando así un aumento excesivo del voltaje entre el primer terminal del segundo módulo de conmutación y el segundo terminal del segundo módulo de conmutación, y reduciendo los riesgos de avería del segundo módulo de conmutación. El módulo de circulación libre se enciende cuando el primer módulo de conmutación o el segundo módulo de conmutación están apagados, estabilizando así el voltaje entre el segundo terminal del primer módulo de conmutación y el primer terminal del segundo módulo de conmutación.

Una tercera realización de esta solicitud se refiere a un circuito de protección, como se muestra en la figura 12, que incluye: un primer módulo de protección 201, un segundo módulo de protección 202, un primer módulo de circulación libre 203 y un segundo módulo de circulación libre 204. Un primer terminal del primer módulo de protección 201 está conectado a un primer terminal de un primer módulo de conmutación 205 en un circuito principal de un BMS. Un segundo terminal del primer módulo de protección 201 está conectado a un primer terminal del segundo módulo de protección 202. Un segundo terminal del segundo módulo de protección 202 está conectado a un primer terminal de un segundo módulo de conmutación 206 en el circuito principal del BMS. Un primer terminal del primer módulo de circulación libre 203 está conectado a un segundo terminal del primer módulo de conmutación 205. Un segundo terminal del primer módulo de circulación libre 203 está conectado a un primer terminal del segundo módulo de circulación libre 204. Un segundo terminal del segundo módulo de circulación libre 204 está conectado a un segundo terminal del segundo módulo de conmutación 206. Un nodo entre el segundo terminal del primer módulo de protección 201 y el primer terminal del segundo módulo de protección 202 está conectado a un nodo entre el segundo terminal del primer módulo de circulación libre 203 y el primer terminal del segundo módulo de circulación libre 204. Cuando el primer módulo de conmutación 205 está apagado, el primer módulo de protección 201, el primer módulo de circulación libre 203, el segundo módulo de circulación libre 204 y otros módulos además del segundo módulo de conmutación en el circuito principal forman una ruta para estabilizar un voltaje entre el primer terminal del primer módulo de conmutación 205 y el segundo terminal del primer módulo de conmutación, y un voltaje entre el primer módulo de conmutación 205 y el segundo módulo de conmutación 206. Cuando el segundo módulo de conmutación 206 está apagado, el segundo módulo de protección 202, el primer módulo de circulación libre 203, el segundo módulo de circulación libre 204 y otros módulos además del segundo módulo de conmutación 206 en el circuito principal forman una ruta para estabilizar un voltaje entre el primer terminal del segundo módulo de conmutación 206 y el segundo terminal del segundo módulo de conmutación 206, y un voltaje entre el primer módulo de conmutación 205 y el segundo módulo de conmutación 206.

En la figura 12, se describe un ejemplo en el que el circuito principal incluye un módulo de fuente de alimentación 207, un primer módulo de conmutación 205, un módulo de carga 208 y un segundo módulo de conmutación 206, y en el que el módulo de fuente de alimentación 207, el primer módulo de conmutación 205, el módulo de carga 208 y el segundo módulo de conmutación 206 están conectados en serie en secuencia. En este caso, otros módulos además del primer módulo de conmutación en el circuito principal son el módulo de fuente de alimentación 207, el módulo de carga 208 y el segundo módulo de conmutación 206; y otros módulos además del segundo módulo de conmutación en el circuito principal son el módulo de fuente de alimentación 207, el módulo de carga 208 y el primer módulo de conmutación 205. En aplicaciones prácticas, el circuito principal puede incluir además un tercer módulo de conmutación conectado en serie entre el módulo de fuente de alimentación y el segundo módulo de conmutación, y un módulo de excitación que está conectado a terminales de control del primer módulo de conmutación, el segundo módulo de conmutación y el tercer módulo de conmutación y que se usa para controlar un estado de encendido o apagado del primer módulo de conmutación, el segundo módulo de conmutación y el tercer módulo de conmutación, y puede incluir además otros módulos. Esta realización no limita la estructura específica del circuito principal.

En una realización, el primer módulo de protección es un primer condensador, el primer módulo de circulación libre es un primer diodo, el segundo módulo de protección es un segundo condensador y el segundo módulo de circulación libre es un segundo diodo. En este caso, un diagrama de circuito esquemático del circuito de protección se muestra en la figura 13, donde V indica un módulo de fuente de alimentación, L1, L2, L3 y L4 indican, cada uno, una inductancia parásita en un circuito derivado, S1 indica un primer módulo de conmutación, el primer módulo de conmutación es un transistor MOSFET principal positivo, S2 indica un segundo módulo de conmutación, el segundo módulo de conmutación es un transistor MOSFET principal negativo, C1 indica un primer condensador, C2 indica un segundo condensador, D1 indica un primer diodo y D2 indica un segundo diodo. Cuando S1 está apagado, C1, D1, L3, C_Carga, L4, S2, L2, V y L1 forman un circuito para garantizar que el voltaje entre el primer terminal de S1 y el segundo terminal de S1 no se rompa por fluctuación de una inductancia parásita. Cuando S1 está encendido, debido a que un circuito derivado formado por C1 y C2 está conectado en paralelo a V, cuando un valor de capacitancia de C1 es el mismo

que un valor de capacitancia de C2, un voltaje en C1 es igual a un voltaje en C2, y es igual a $V/2$. Cuando S1 está apagado, debido a la disminución gradual de la corriente en el circuito principal, L1 genera una fuerza electromotriz inducida E1, L2 genera una fuerza electromotriz inducida E2, L3 genera una fuerza electromotriz inducida E3 y L4 genera una fuerza electromotriz inducida E4. Suponiendo que una diferencia de voltaje a través del módulo de carga es VC y un voltaje directo en estado encendido de D1 y D2 es VF, entonces D1 y D2 se encienden cuando $E3 - VC - E4 \geq 2VF$. Debido al efecto de C1, D1 y D2, la diferencia de voltaje entre el nodo D y el nodo A es $(V/2 + VF)$, la diferencia de voltaje entre el nodo B y el nodo D es $(V/2 - VF)$, y la diferencia de voltaje entre el nodo A y el nodo B es constantemente 2VF. Como se puede aprender de la descripción anterior, C1, D1 y D2 pueden garantizar la estabilidad del voltaje entre el primer terminal de S1 y el segundo terminal de S1 y la estabilidad del voltaje entre S1 y S2 para impedir que S1 se rompa por un voltaje pico demasiado alto. De manera similar a la circunstancia en la que S1 está apagado, cuando S2 está encendido, el voltaje en C1 = el voltaje en C2 = $V/2$. Una vez que se apaga S2, se encienden D1 y D2, el voltaje entre el nodo B y el nodo A es 2VF, y la diferencia de voltaje entre los dos puntos B y C es $(V/2 + VF)$, protegiendo así a S2 de ser roto por un voltaje pico demasiado alto.

Para resaltar una parte de innovación de esta solicitud, esta realización no describe unidades que no estén estrechamente relacionadas con la resolución de los problemas técnicos presentados en esta solicitud, lo que, sin embargo, no significará que no existan otras unidades en esta realización.

A diferencia de la técnica anterior, en el circuito de protección divulgado en esta realización, cuando el primer módulo de conmutación está apagado, el primer módulo de protección, el primer módulo de circulación libre, el segundo módulo de circulación libre y otros módulos además del primer módulo de conmutación en el circuito principal forma una ruta para estabilizar el voltaje entre el primer terminal del primer módulo de conmutación y el segundo terminal del primer módulo de conmutación, reduciendo así los riesgos de avería del primer módulo de conmutación. Cuando el segundo módulo de conmutación está apagado, el segundo módulo de protección, el primer módulo de circulación libre, el segundo módulo de circulación libre y otros módulos además del segundo módulo de conmutación en el circuito principal forman una ruta para estabilizar el voltaje entre el primer terminal del segundo módulo de conmutación y el segundo terminal del segundo módulo de conmutación, reduciendo así los riesgos de avería del segundo módulo de conmutación.

Una cuarta realización de esta solicitud se refiere a un circuito de protección. Esta realización es una mejora adicional basada en la tercera realización. La mejora específica es: en esta realización, el circuito de protección incluye además un módulo de regulación de voltaje, un primer módulo de limitación de corriente, un segundo módulo de limitación de corriente y un módulo de descarga.

Específicamente, como se muestra en la figura 14, el circuito de protección incluye además un módulo de regulación de voltaje 209. El módulo de regulación de voltaje 209 está conectado en paralelo a un módulo de fuente de alimentación 207 de un BMS para estabilizar un voltaje entre un primer módulo de conmutación 205 y un segundo módulo de conmutación 206, o para estabilizar un voltaje entre un tercer módulo de conmutación y el primer módulo de conmutación 205 en un circuito principal del BMS. El circuito de protección incluye además un primer módulo de limitación de corriente 210 y un segundo módulo de limitación de corriente 211. El primer módulo de limitación de corriente 210 está conectado en serie a un primer módulo de circulación libre 203. El segundo módulo de limitación de corriente 211 está conectado en serie a un segundo módulo de circulación libre 204. El primer módulo de limitación de corriente 210 está configurado para estabilizar una corriente del circuito principal cuando el primer módulo de conmutación 205 está apagado. El segundo módulo de limitación de corriente 211 está configurado para estabilizar la corriente del circuito principal cuando el segundo módulo de conmutación 206 está apagado. El circuito de protección incluye además un módulo de descarga 212. Un primer terminal del módulo de descarga 212 está conectado a un nodo entre el segundo terminal del primer módulo de protección 201 y el primer terminal del segundo módulo de protección 202. Un segundo terminal del módulo de descarga 212 está conectado al segundo terminal del segundo módulo de limitación de corriente 211. El primer módulo de protección y el segundo módulo de protección realizan la descarga a través del módulo de descarga.

En una realización, el módulo de regulación de voltaje es un tercer condensador (C3), el primer módulo de limitación de corriente es una primera resistencia (R1), el segundo módulo de limitación de corriente es una segunda resistencia (R2) y el módulo de descarga es una tercera resistencia. (R3). En este caso, un diagrama de circuito del circuito de protección se muestra en la figura 15.

Al añadir el módulo de regulación de voltaje en el circuito de protección, el voltaje entre el nodo B y el nodo D se puede estabilizar aún más y se puede mitigar aún más el impacto causado por un voltaje pico sobre el primer módulo de conmutación.

El primer módulo de limitación de corriente está conectado en serie al primer módulo de circulación libre, y el segundo módulo de limitación de corriente está conectado en serie al segundo módulo de circulación libre para evitar sobrecorriente en el circuito principal.

En una realización, el circuito principal incluye además un tercer módulo de conmutación (S3). En este caso, el diagrama de circuito esquemático del circuito de protección y del circuito principal se muestra en la figura 16. En este

caso, los principios de funcionamiento del circuito de protección son similares a los del circuito de protección mencionado en la tercera realización, y en el presente documento se omiten detalles.

5 Un experto en la técnica entiende que en aplicaciones prácticas, el módulo de regulación de voltaje, el primer módulo de limitación de corriente, el segundo módulo de limitación de corriente y el módulo de descarga se pueden añadir selectivamente, o uno cualquiera o más del módulo de regulación de voltaje, el primer módulo de limitación de corriente, el segundo módulo de limitación de corriente o el módulo de descarga se puede añadir selectivamente.

10 A diferencia de la técnica anterior, en el circuito de protección divulgado en esta realización, cuando el primer módulo de conmutación está apagado, el primer módulo de protección, el primer módulo de circulación libre, el segundo módulo de circulación libre y otros módulos además del primer módulo de conmutación en el circuito principal forma una ruta para estabilizar el voltaje entre el primer terminal del primer módulo de conmutación y el segundo terminal del primer módulo de conmutación, reduciendo así los riesgos de avería del primer módulo de conmutación. Cuando el segundo módulo de conmutación está apagado, el segundo módulo de protección, el primer módulo de circulación libre, el segundo módulo de circulación libre y otros módulos además del segundo módulo de conmutación en el circuito principal forman una ruta para estabilizar el voltaje entre el primer terminal del segundo módulo de conmutación y el segundo terminal del segundo módulo de conmutación, reduciendo así los riesgos de avería del segundo módulo de conmutación. Además, el módulo de regulación de voltaje añadido en el circuito de protección estabiliza aún más el voltaje entre el nodo B y el nodo D, y mitiga aún más el impacto causado por el voltaje pico sobre el primer módulo de conmutación. El primer módulo de limitación de corriente está conectado en serie al primer módulo de circulación libre, y el segundo módulo de limitación de corriente está conectado en serie al segundo módulo de circulación libre para evitar sobrecorriente en el circuito principal.

25 Un experto en la técnica entiende que los valores de parámetros de cada módulo en el circuito de protección mencionado en la primera realización a la cuarta realización se pueden establecer de acuerdo con valores de parámetros de cada módulo de un BMS, y no se enumeran en el presente documento en detalle.

30 Una quinta realización de esta solicitud se refiere a un BMS, que incluye: un circuito principal y el circuito de protección 62 mencionado en la realización anterior. El circuito principal incluye un módulo de fuente de alimentación 611, un primer módulo de conmutación 612, un módulo de carga 613 y un segundo módulo de conmutación 614; y el módulo de fuente de alimentación 611, el primer módulo de conmutación 612, el módulo de carga 613 y el segundo módulo de conmutación 614 están conectados en serie en secuencia.

35 En una realización, cuando el BMS usa el circuito de protección mencionado en la primera realización o en la segunda realización, un diagrama estructural esquemático del BMS se muestra en la figura 17.

En una realización, cuando el BMS usa el circuito de protección mencionado en la tercera realización o en la cuarta realización, un diagrama estructural esquemático del BMS se muestra en la figura 18.

40 Un experto en la técnica entenderá que la figura 17 y la figura 18 son ilustraciones meramente ilustrativas. En aplicaciones prácticas, el circuito de protección 62 puede ser otro módulo tal como un módulo de regulación de voltaje. Esta realización no limita la estructura específica del circuito de protección.

45 Aparentemente, esta realización es una realización correspondiente a la primera realización, la segunda realización, la tercera realización y la cuarta realización. Esta realización se puede usar junto con la primera realización, la segunda realización, la tercera realización y la cuarta realización. Los detalles técnicos relevantes mencionados en la primera realización, la segunda realización, la tercera realización y la cuarta realización siguen siendo aplicables a esta realización. Por motivos de brevedad, en el presente documento se omiten los detalles. De manera correspondiente, los detalles técnicos mencionados en esta realización también son aplicables a la primera realización, la segunda realización, la tercera realización y la cuarta realización.

50 Un experto habitual en la técnica entiende que las realizaciones descritas anteriormente son realizaciones ilustrativas para implementar esta solicitud. En aplicaciones prácticas, se pueden realizar diversas modificaciones de la forma y los detalles de las realizaciones sin apartarse del alcance de esta solicitud.

55

REIVINDICACIONES

1. Un circuito de protección para un sistema de gestión de baterías, comprendiendo el sistema de gestión de baterías: un circuito principal; y el circuito de protección, en donde el circuito principal comprende un módulo de fuente de alimentación (207), un primer módulo de conmutación (205), un módulo de carga (208) y un segundo módulo de conmutación (206), en donde el primer módulo de conmutación (205) es un transistor de conmutación, y el segundo módulo de conmutación (206) es un transistor de conmutación; y el módulo de fuente de alimentación (207), el primer módulo de conmutación (201), el módulo de carga (208) y el segundo módulo de conmutación (206) están conectados en serie; y

en donde el circuito de protección comprende un primer módulo de protección (201), un segundo módulo de protección (202), un primer módulo de circulación libre (203) y un segundo módulo de circulación libre (204), en donde el primer módulo de protección (201) es un primer condensador, el segundo módulo de protección (202) es un segundo condensador, el primer módulo de circulación libre (203) es un primer diodo, y el segundo módulo de circulación libre (204) es un segundo diodo, y el primer diodo (D1) y el segundo diodo (D2) están conectados en serie entre el primer módulo de conmutación (S1) y el segundo módulo de conmutación (S2); en donde

un primer terminal del primer módulo de protección (201) está conectado a un primer terminal de un primer módulo de conmutación (205) en el circuito principal de un sistema de gestión de baterías, un segundo terminal del primer módulo de protección (201) está conectado a un primer terminal del segundo módulo de protección (202), un segundo terminal del segundo módulo de protección (202) está conectado a un primer terminal de un segundo módulo de conmutación (206) en el circuito principal del sistema de gestión de baterías, un primer terminal del primer módulo de circulación libre (203) está conectado a un segundo terminal del primer módulo de conmutación (205), un segundo terminal del primer módulo de circulación libre (203) está conectado a un primer terminal del segundo módulo de circulación libre (204), un segundo terminal del segundo módulo de circulación libre (204) está conectado a un segundo terminal del segundo módulo de conmutación (206), y un nodo entre el segundo terminal del primer módulo de protección (201) y el primer terminal del segundo módulo de protección (202) está conectado a un nodo entre el segundo terminal del primer módulo de circulación libre (203) y el primer terminal del segundo módulo de circulación libre (204);

cuando el primer módulo de conmutación (205) está apagado, el primer módulo de protección (201), el primer módulo de circulación libre (203), el segundo módulo de circulación libre (204), y otros módulos además del segundo módulo de conmutación (206) en el circuito principal forman una ruta para estabilizar un voltaje entre el primer terminal del primer módulo de conmutación (205) y el segundo terminal del primer módulo de conmutación (205), y el voltaje entre el segundo terminal del primer módulo de conmutación (205) y el primer terminal del segundo módulo de conmutación (206); y

cuando el segundo módulo de conmutación (206) está apagado, el segundo módulo de protección (202), el primer módulo de circulación libre (203), el segundo módulo de circulación libre (204), y otros módulos además del primer módulo de conmutación (205) en el circuito principal forman una ruta para estabilizar un voltaje entre el primer terminal del segundo módulo de conmutación (206) y el segundo terminal del segundo módulo de conmutación (206), y el voltaje entre el segundo terminal del primer módulo de conmutación (205) y el primer terminal del segundo módulo de conmutación (206);

2. El circuito de protección de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el circuito de protección comprende además un módulo de regulación de voltaje; el módulo de regulación de voltaje está conectado en paralelo a un módulo de fuente de alimentación (207) del sistema de gestión de baterías para estabilizar el voltaje entre el primer módulo de conmutación (205) y el segundo módulo de conmutación (206), o para estabilizar un voltaje entre un tercer módulo de conmutación y el segundo módulo de conmutación (206) en el circuito principal del sistema de gestión de baterías, en donde el tercer módulo de conmutación está conectado en serie con el segundo módulo de conmutación.

3. El circuito de protección de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el circuito de protección comprende además un primer módulo de limitación de corriente (210) y un segundo módulo de limitación de corriente (211); el primer módulo de limitación de corriente (210) está conectado en serie al primer módulo de circulación libre (203), y el segundo módulo de limitación de corriente (211) está conectado en serie al segundo módulo de circulación libre (204); y el primer módulo de limitación de corriente (210) está configurado para estabilizar una corriente del circuito principal cuando el primer módulo de conmutación (205) está apagado, y el segundo módulo de limitación de corriente (211) está configurado para estabilizar la corriente del circuito principal cuando el segundo módulo de conmutación (206) está apagado.

4. El circuito de protección de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el circuito de protección comprende además un módulo de descarga (212); un primer terminal del módulo de descarga (212) está conectado a un nodo entre el segundo terminal del primer módulo de protección (201) y el primer terminal del segundo módulo de protección (202), y un segundo terminal del módulo de descarga (212) está conectado al segundo terminal del segundo módulo de limitación de corriente (211); y el primer módulo de protección (201) y el segundo módulo de protección (202) realizan la descarga a través del módulo de descarga (212).

5. El circuito de protección de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el módulo de regulación de voltaje es un tercer condensador.

6. El circuito de protección de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el primer módulo de limitación de corriente (210) es una primera resistencia, y el segundo módulo de limitación de corriente (211) es una segunda resistencia.
- 5 7. El circuito de protección de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el módulo de descarga (212) es una tercera resistencia.
- 10 8. Un sistema de gestión de baterías, que comprende: un circuito principal; y el circuito de protección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el circuito principal comprende un módulo de fuente de alimentación (207), un primer módulo de conmutación (205), un módulo de carga (208) y un segundo módulo de conmutación (206), en donde el primer módulo de conmutación (205) es un transistor de conmutación, y el segundo módulo de conmutación (206) es un transistor de conmutación; y el módulo de fuente de alimentación (207), el primer módulo de conmutación (201), el módulo de carga (208) y el segundo módulo de conmutación (206) están conectados en serie.
- 15 9. El sistema de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el primer módulo de conmutación (205) es un transistor MOSFET principal positivo, y el segundo módulo de conmutación (206) es un transistor MOSFET principal negativo.

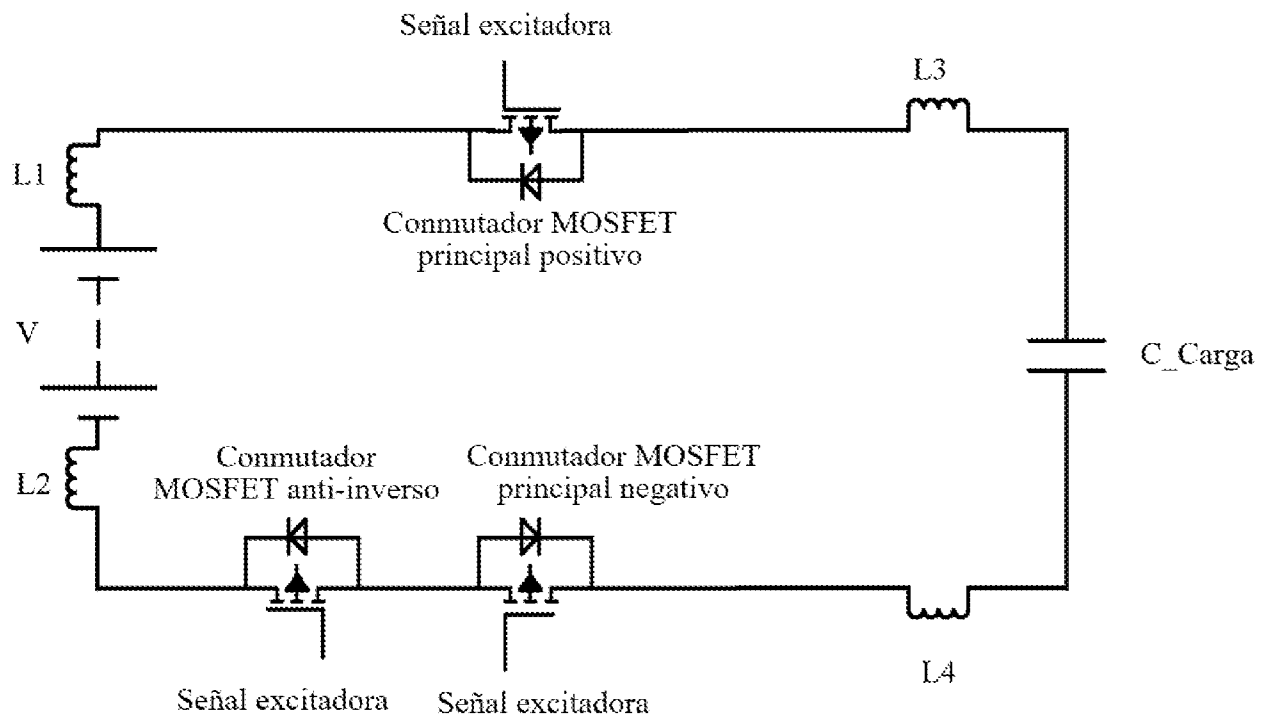


FIG. 1

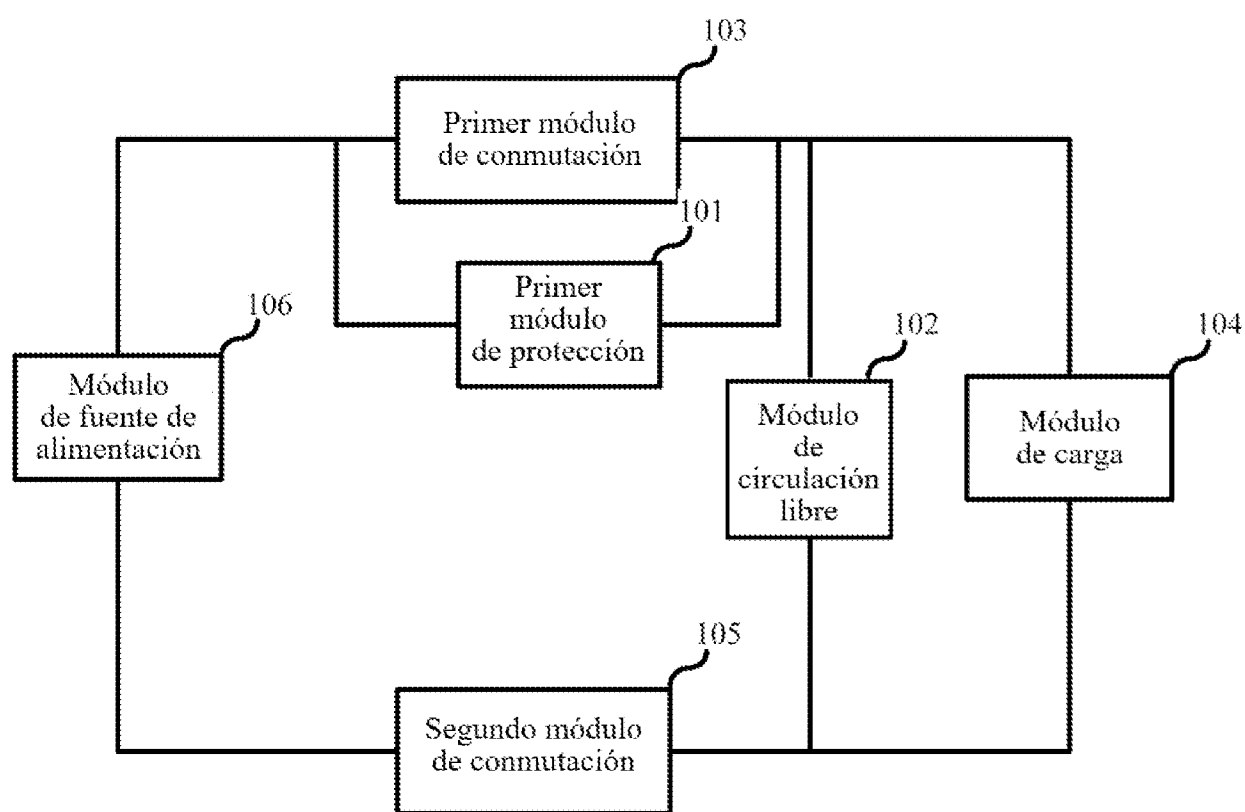


FIG. 2

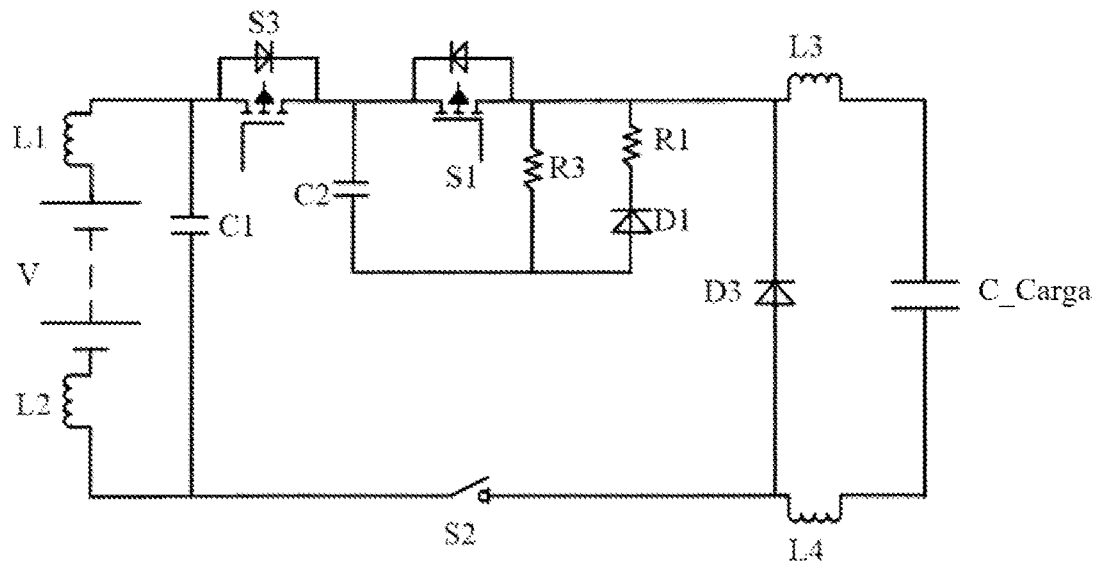


FIG. 3

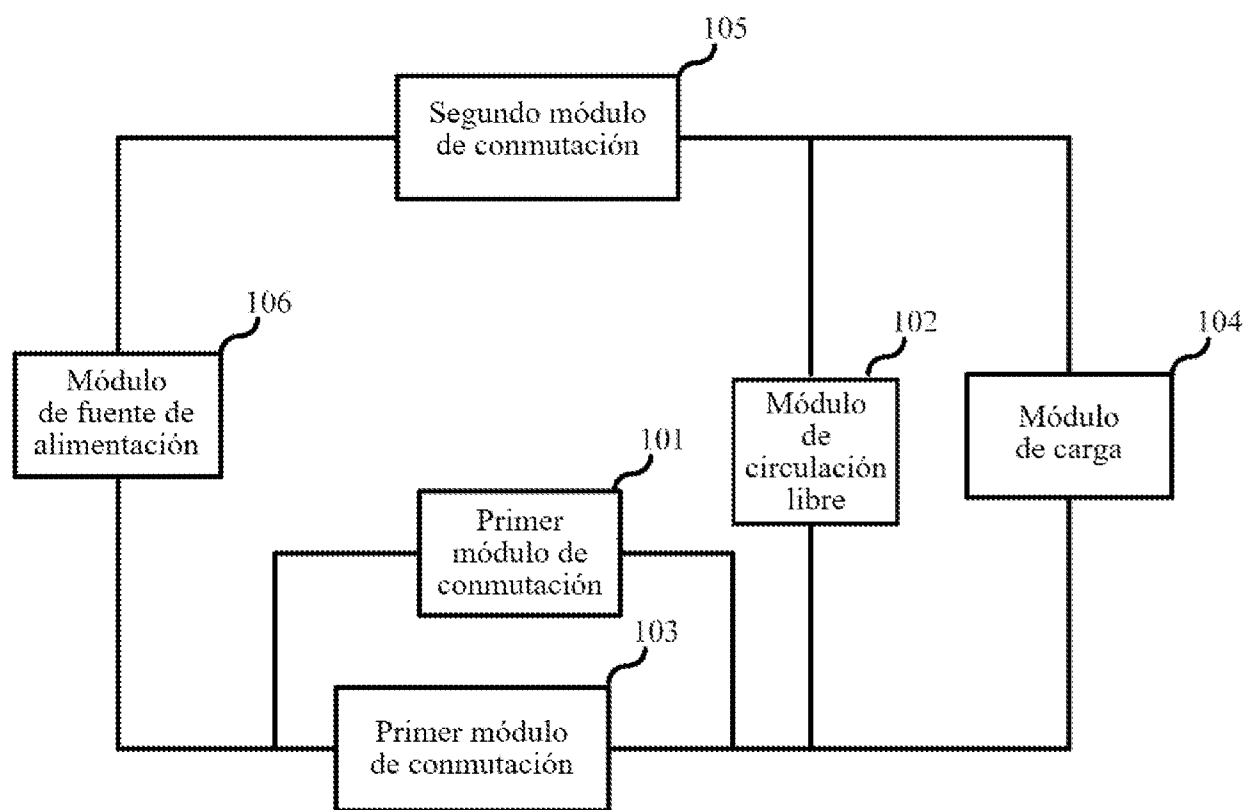


FIG. 4

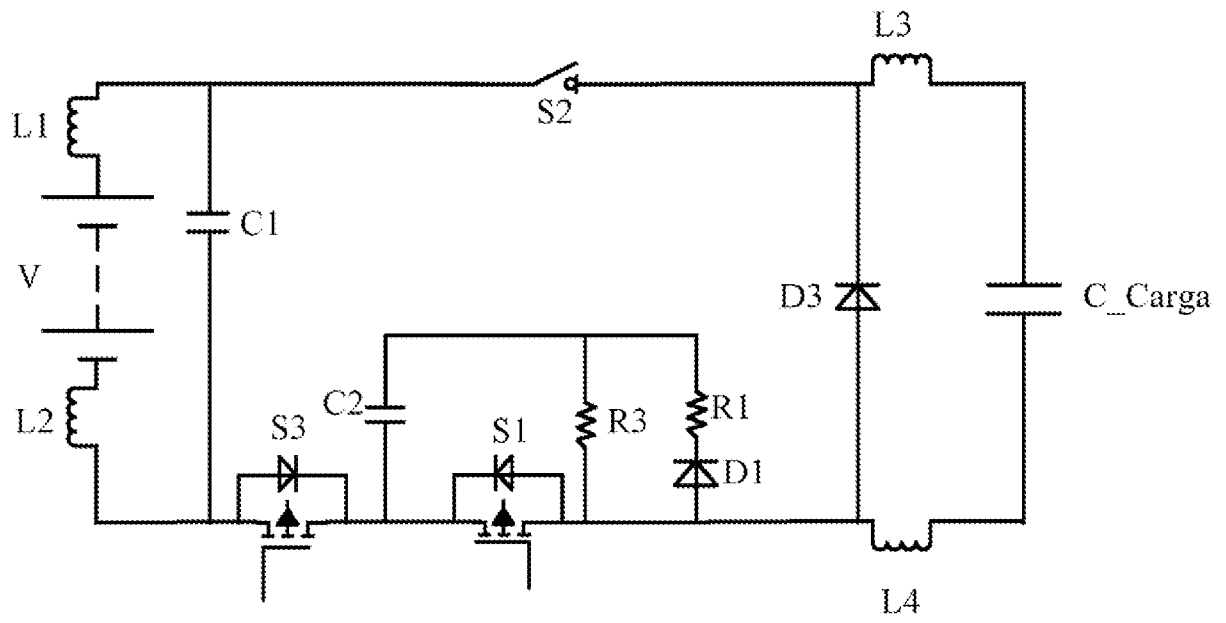


FIG. 5

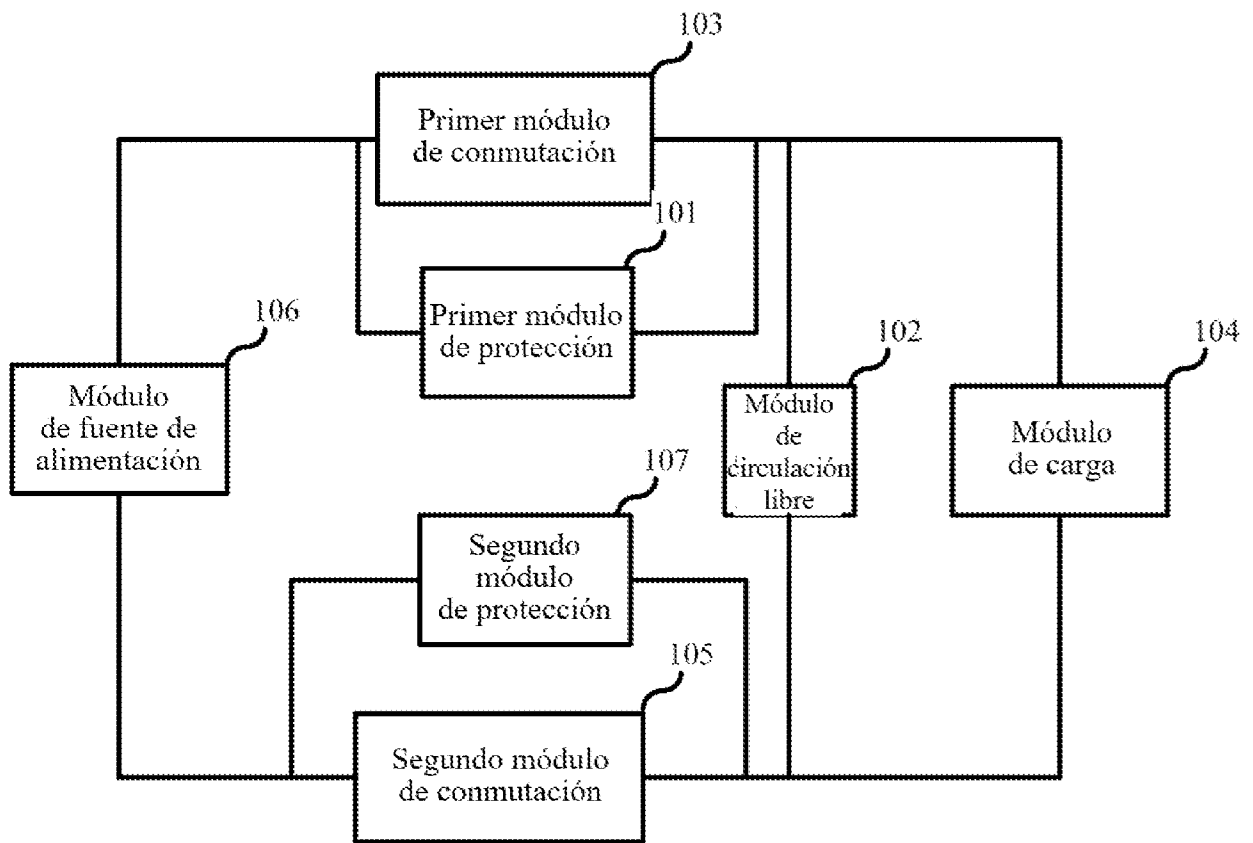


FIG. 6

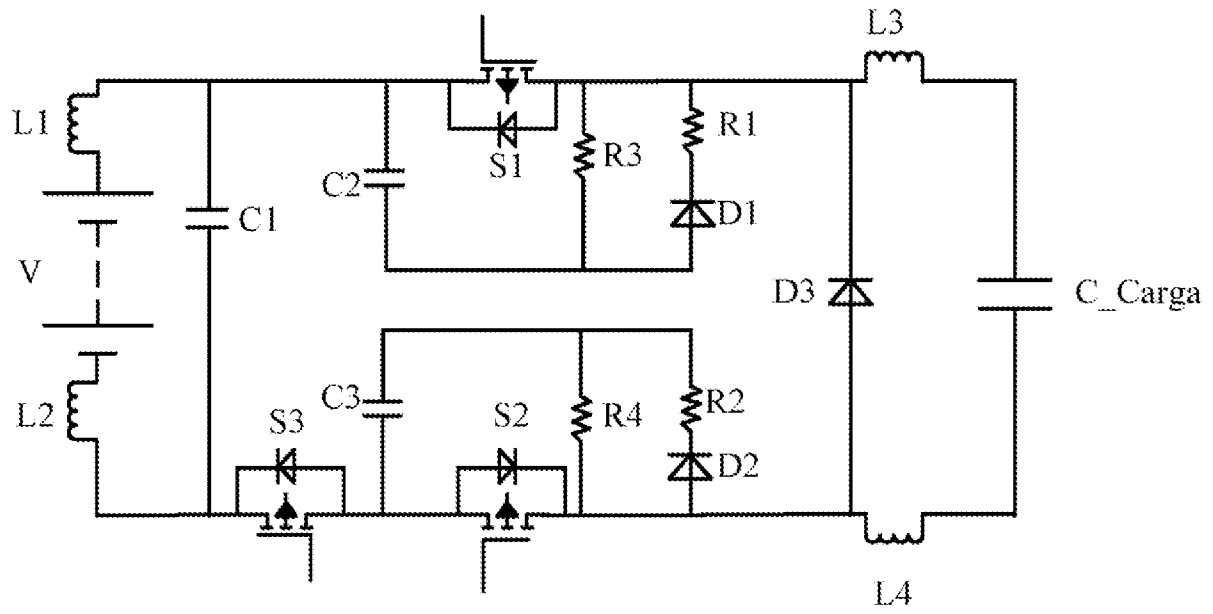


FIG. 7

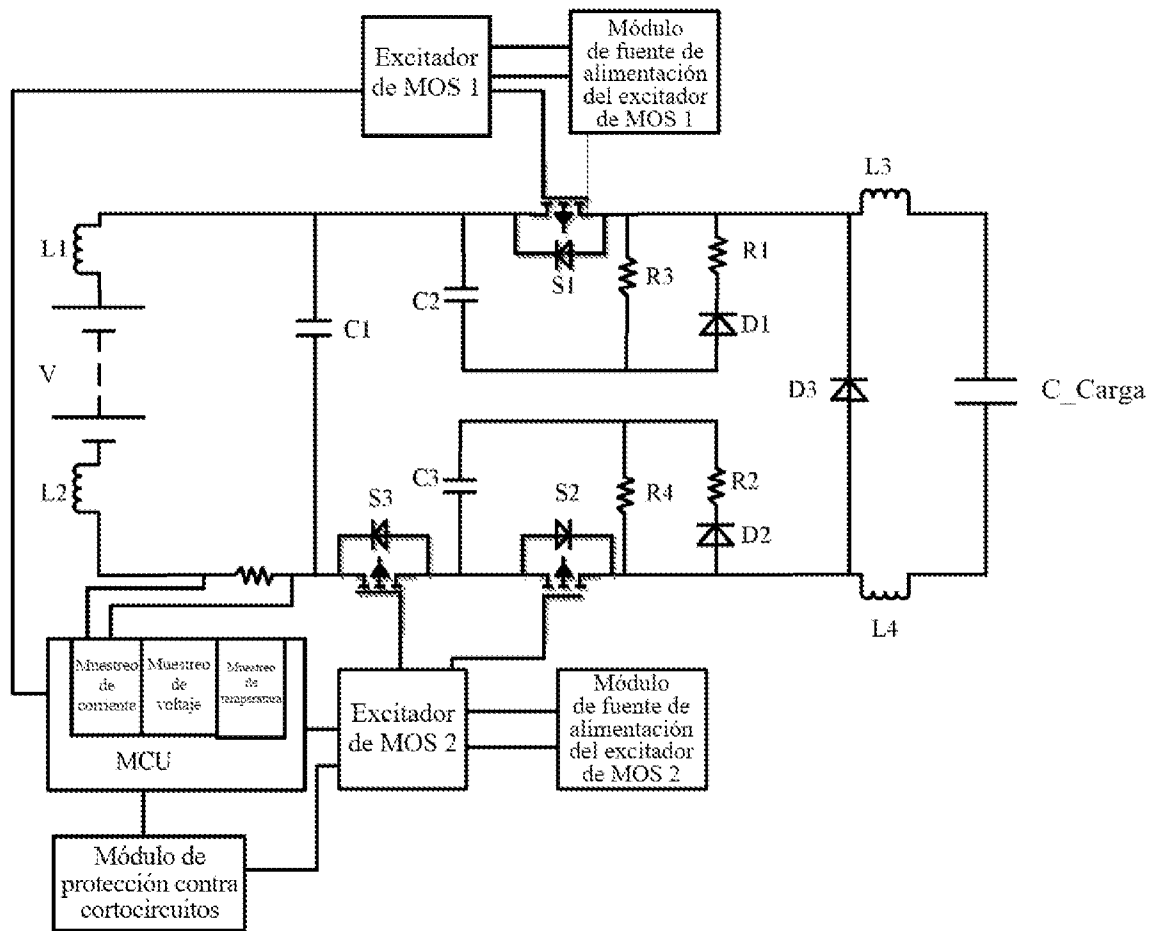


FIG. 8

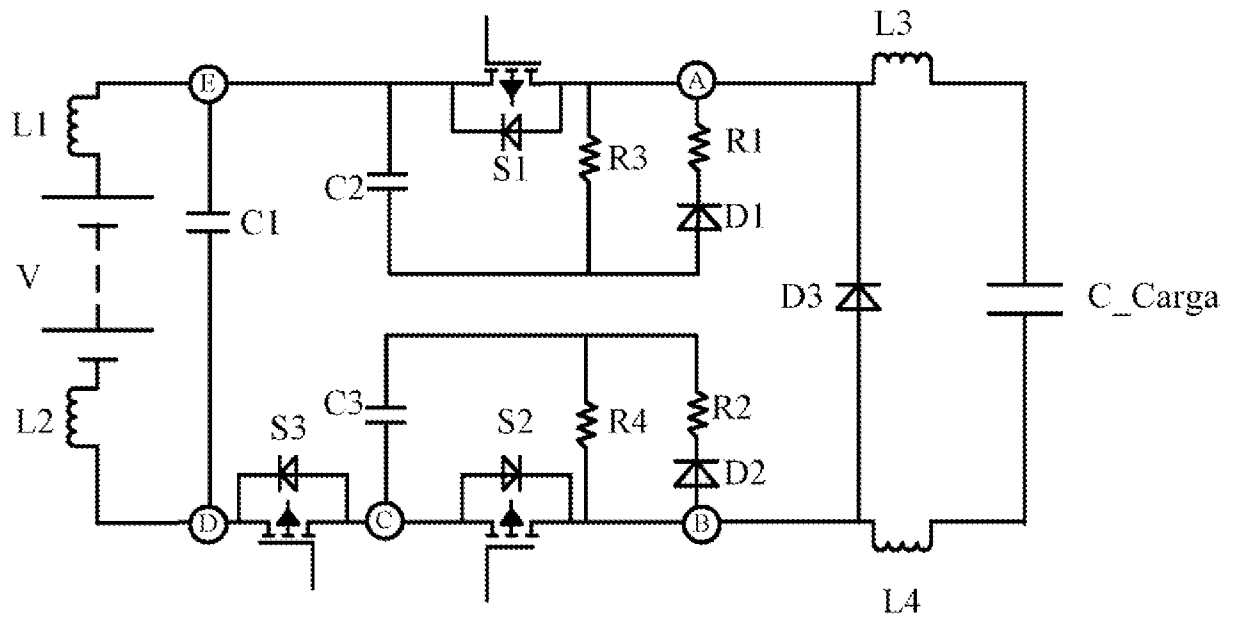


FIG. 9

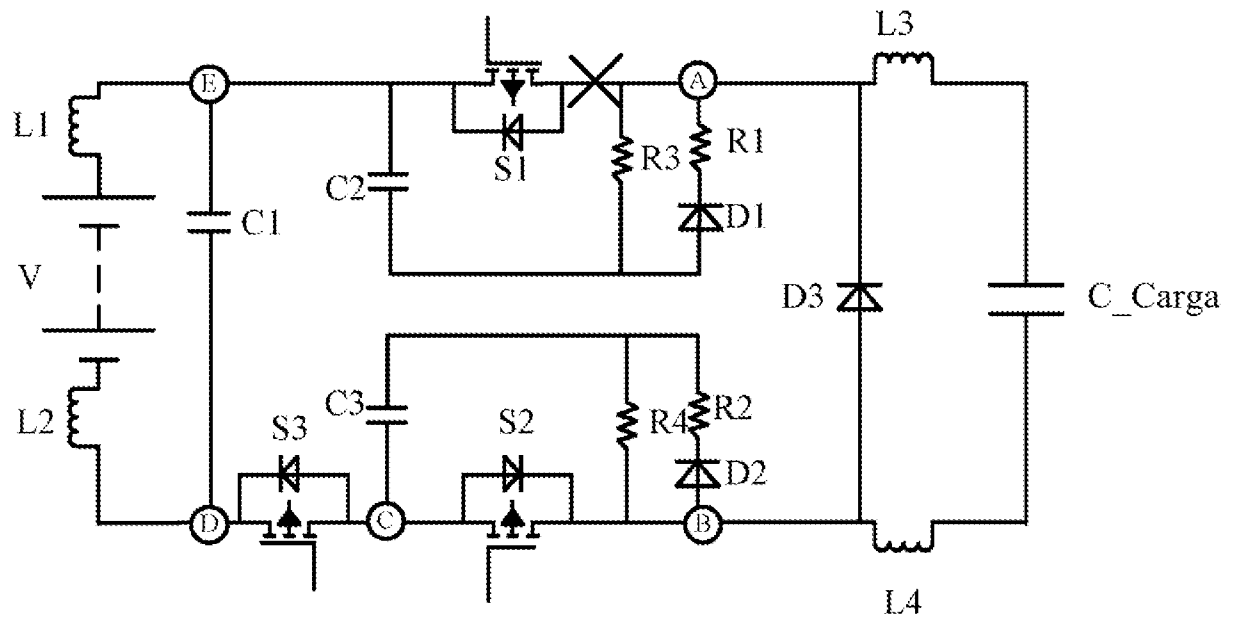


FIG. 10

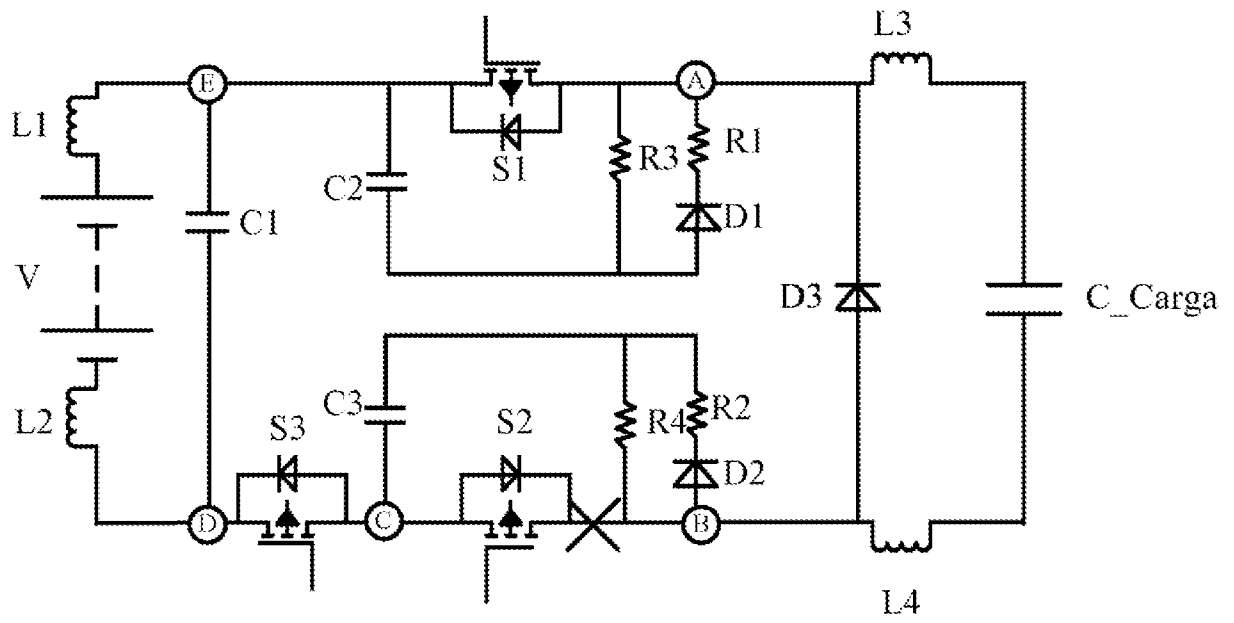


FIG. 11

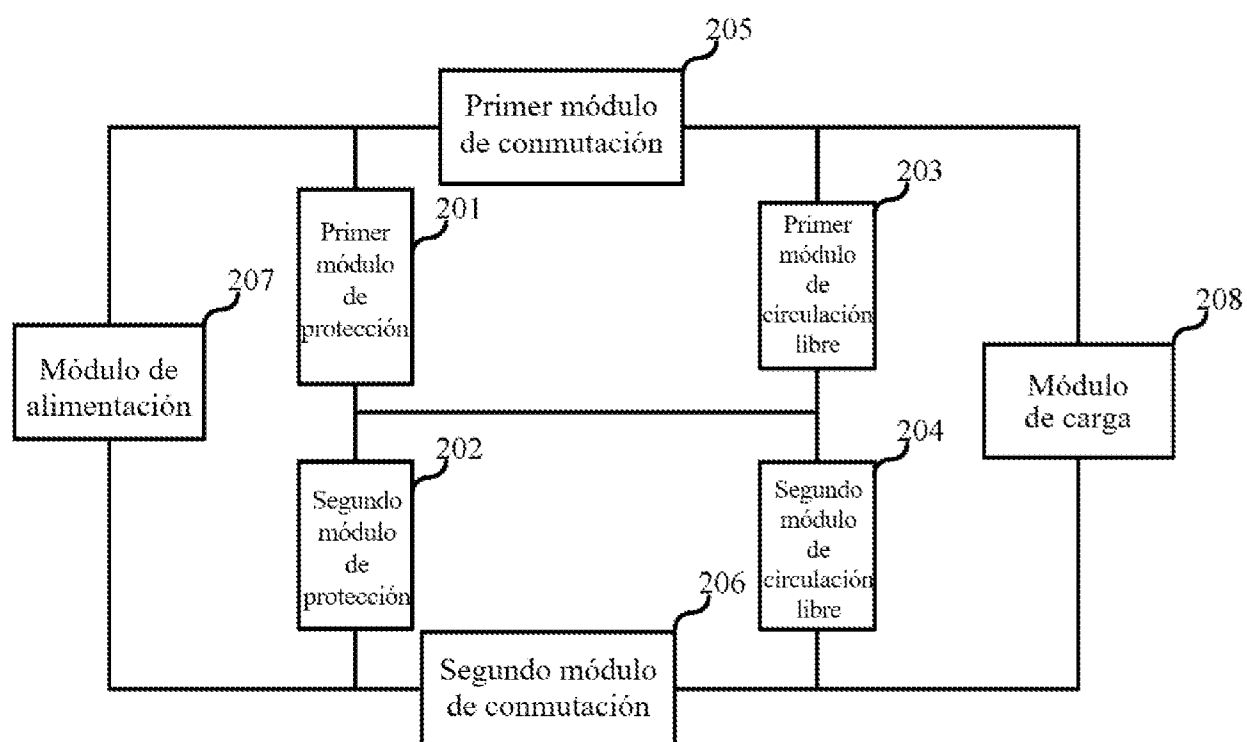


FIG. 12

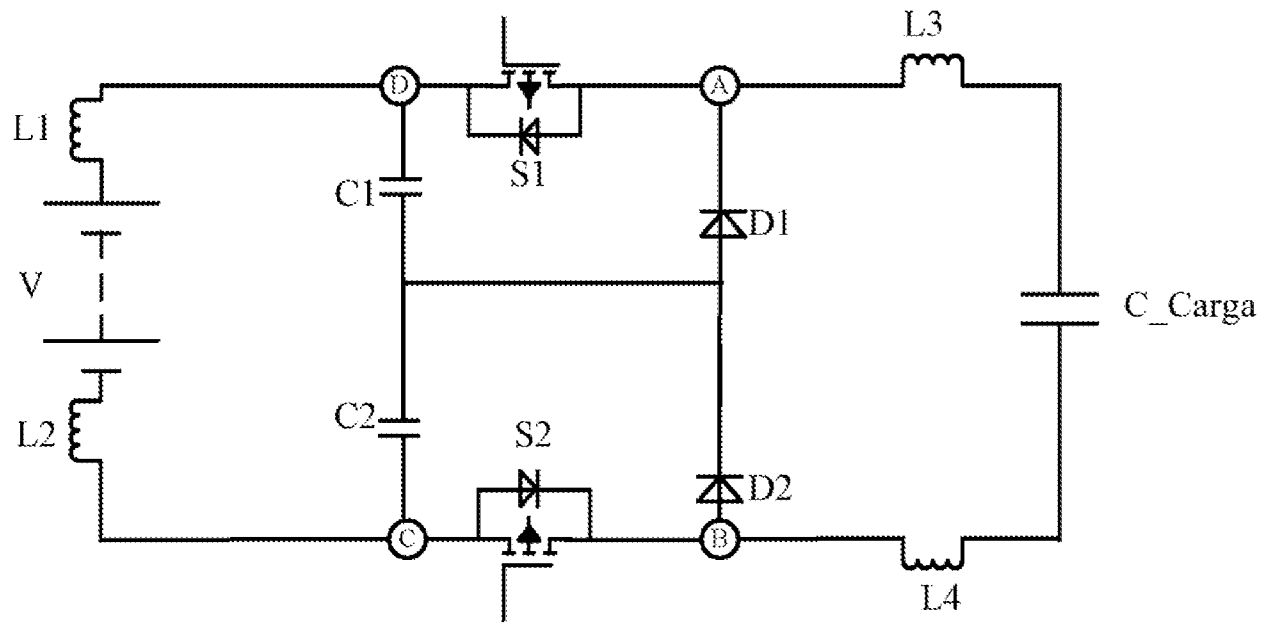


FIG. 13

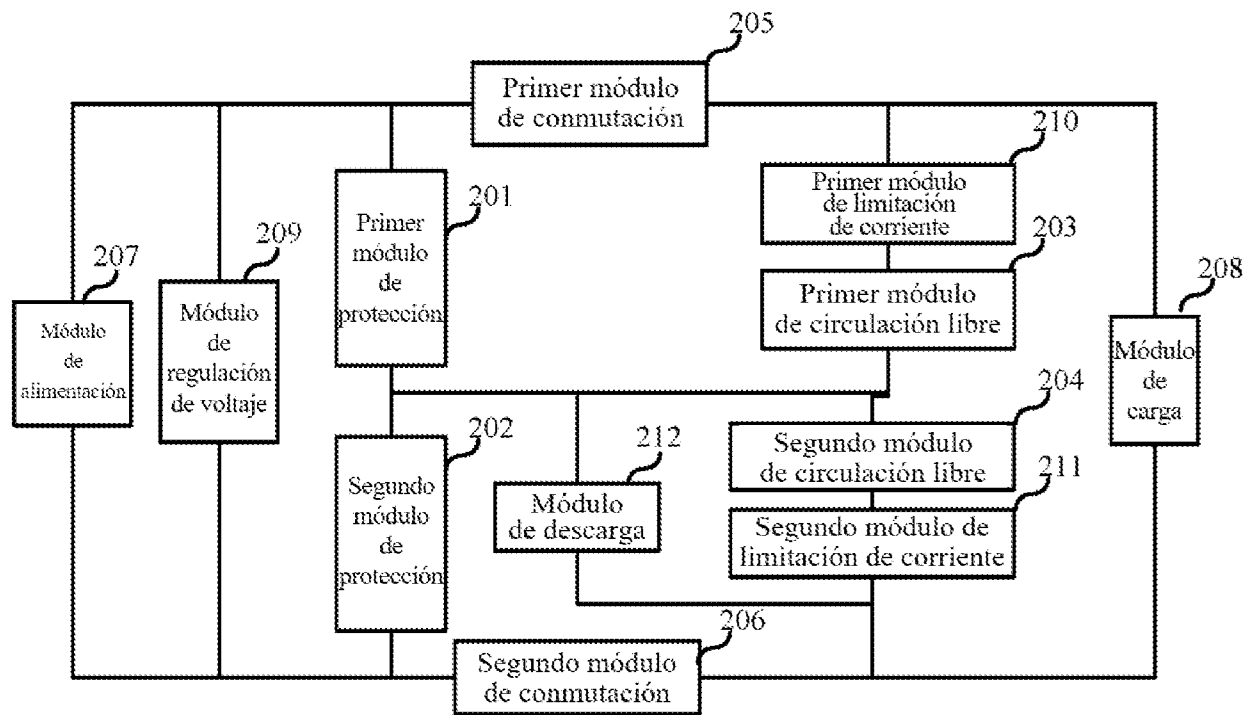


FIG. 14

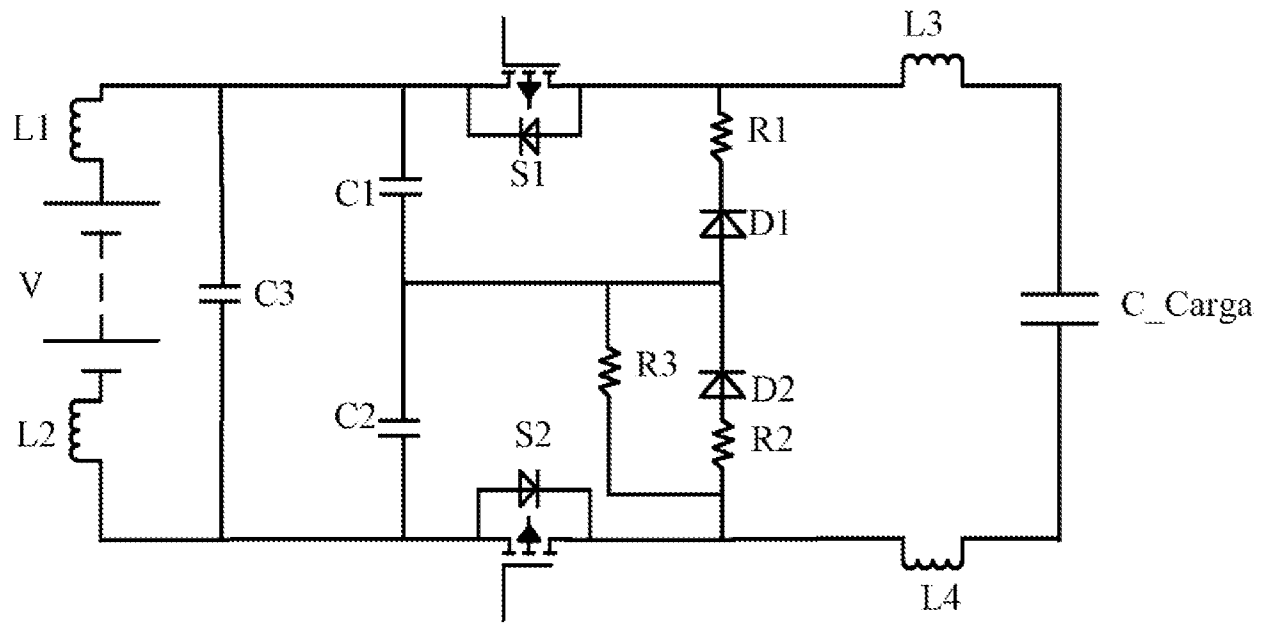


FIG. 15

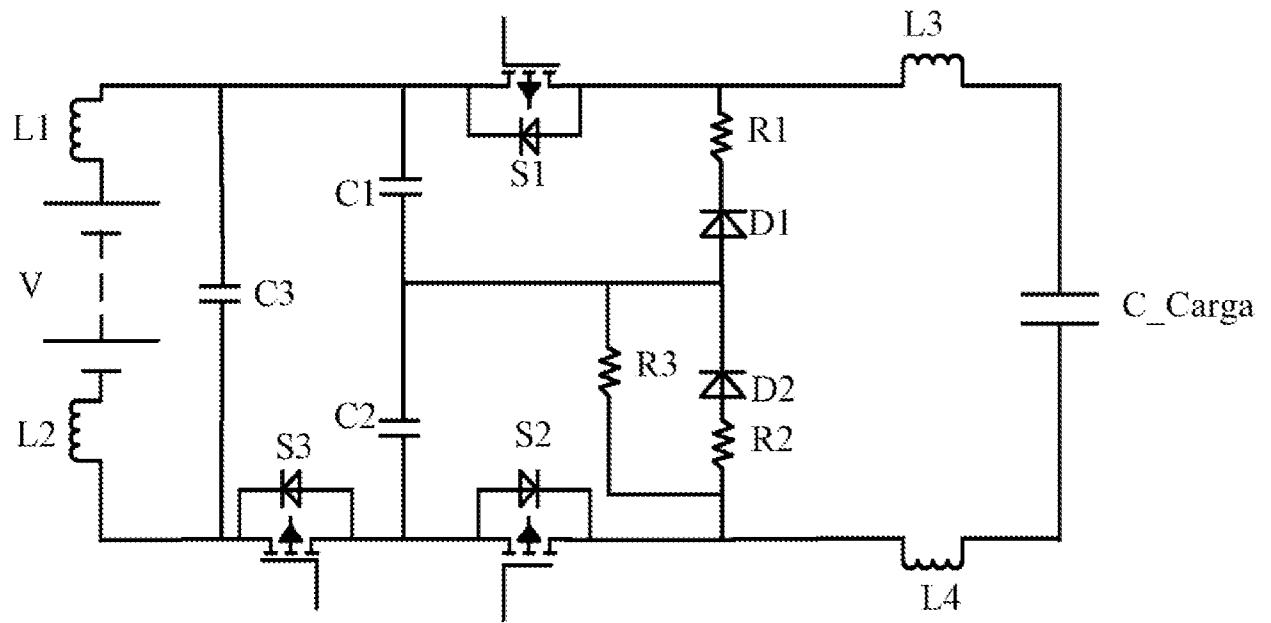


FIG. 16

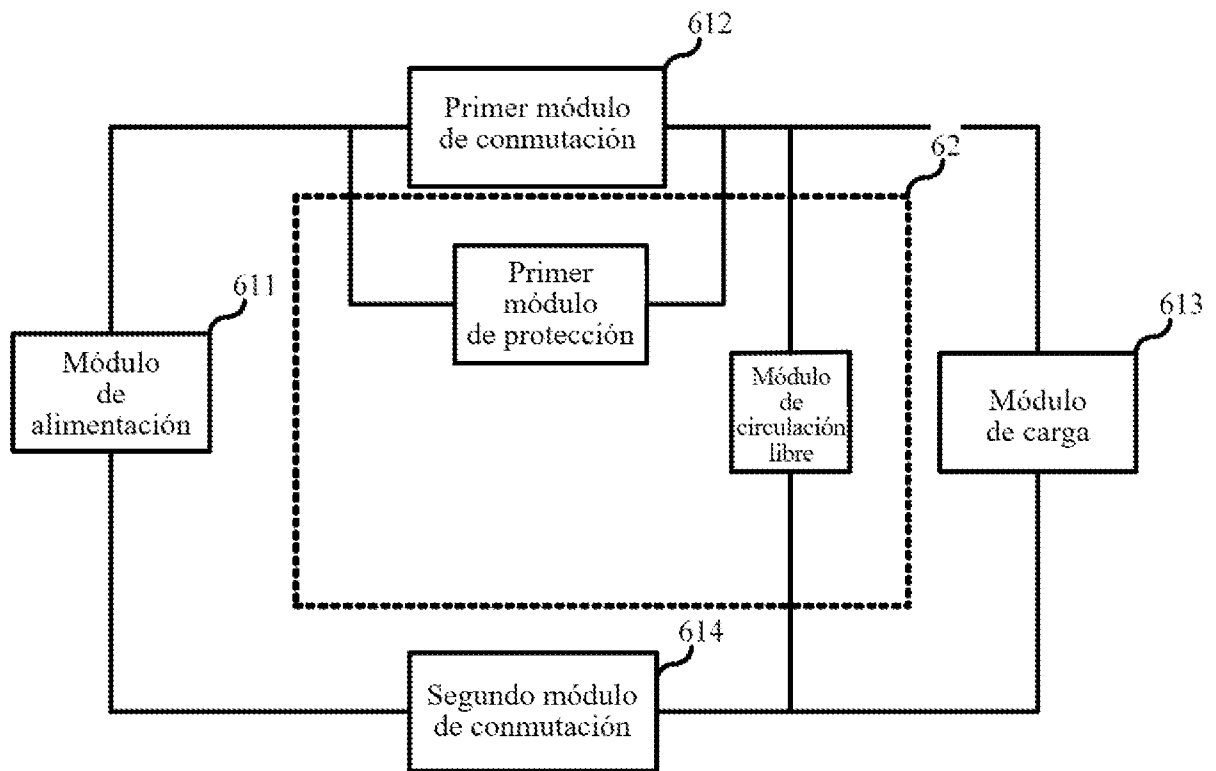


FIG. 17

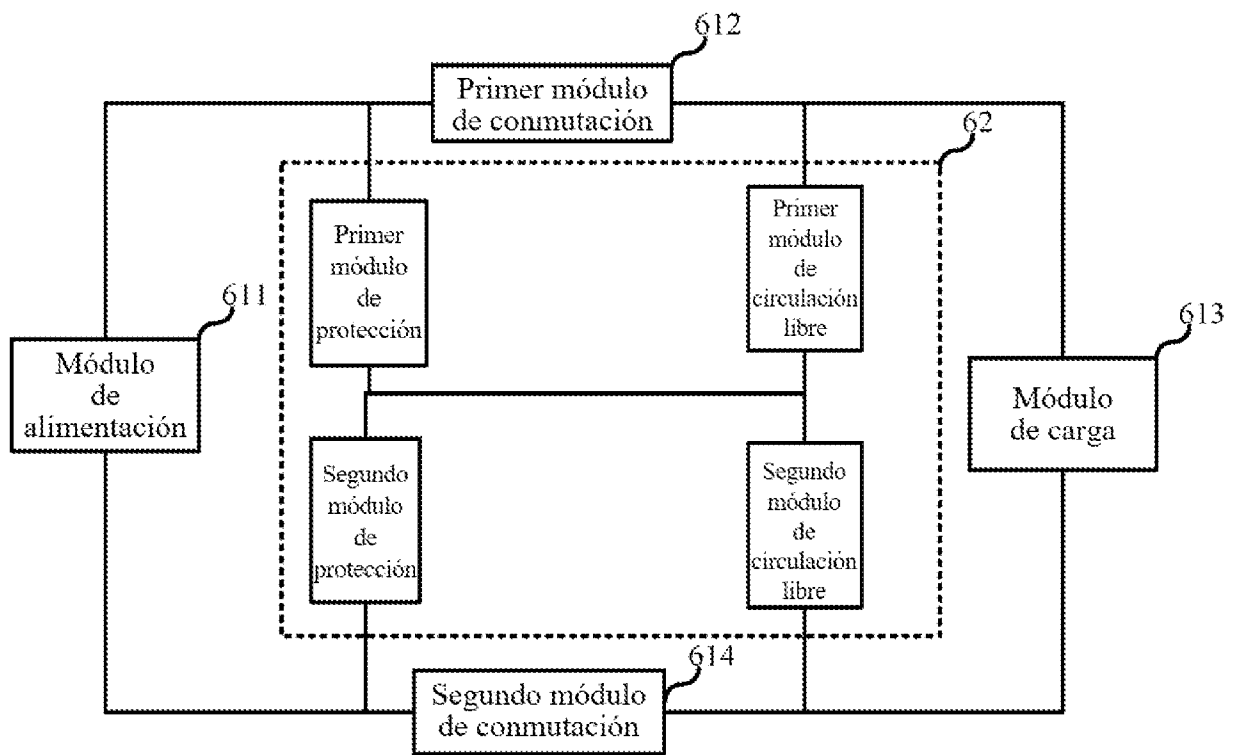


FIG. 18