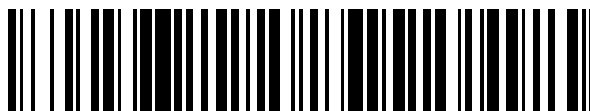


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 060**

51 Int. Cl.:

H03K 17/10 (2006.01)

H03K 17/74 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2014 E 14152237 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 2770636**

54 Título: **Dispositivo de control empleado en un sistema de alimentación de corte**

30 Prioridad:

25.02.2013 FR 1351622

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

02.04.2020

73 Titular/es:

**SCHNEIDER TOSHIBA INVERTER EUROPE SAS
(100.0%)**

**33, rue André Blanchet
27120 Pacy sur Eure, FR**

72 Inventor/es:

**BARAUNA, ALLAN PIERRE y
BOULHARTS, HOCINE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 752 060 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

Dispositivo de control empleado en un sistema de alimentación de corte

Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo de control utilizado en un sistema de alimentación eléctrica de corte.

5 **Estado de la técnica**

Se utiliza un sistema de alimentación eléctrica de corte (también conocido como SMPS para "Switched Mode Power Supply") para generar una o varias tensiones continuas de una tensión continua recolectada en la entrada. Este tipo de sistema de alimentación eléctrica de corte se usa, en particular, en un variador de velocidad. En un variador de velocidad, el sistema de alimentación eléctrica de corte es responsable entonces de suministrar una tensión continua auxiliar para alimentar todos los componentes electrónicos del variador de velocidad, a partir de una tensión de CC principal recolectada del bus continuo de alimentación del variador de velocidad.

El bus continuo de alimentación proporciona una tensión continua principal que puede ir de 350 VCC a más de 1000 VCC. El dispositivo de control utilizado en el sistema de alimentación eléctrica de corte debe poder conmutar una corriente de hasta 2 A a 1700 Vcc. De manera conocida, el dispositivo de control puede constar de un solo transistor de tipo MOSFET que tiene una tensión de ruptura comprendida entre 1200 V y 1700 V. Sin embargo, a estas tensiones de ruptura, el transistor MOSFET está en sus límites tecnológicos. Además, su coste es alto y, durante el funcionamiento, sus pérdidas por efecto de joule son particularmente altas.

Para paliar estos inconvenientes, se conoce asociar dos transistores MOSFET en serie, que tienen tensiones de ruptura más bajas, que van desde 600 V a 900 V. Cada uno de los dos transistores en serie soporta de este modo una tensión eléctrica menor, compatible con el uso óptimo de la tecnología MOSFET.

En el estado de la técnica, se han propuesto varios montajes dos transistores en serie. La publicación titulada "Transformerless Capacitive Coupling of Gate Signals for Series Operation of Power MOS Devices" - Robert L. Hess y Russel Jacob Baker - IEEE transactions on power electronics, Vol. 15, N.º 5, septiembre de 2000, describe un dispositivo de control que consta al menos de dos transistores de tipo MOSFET en serie. Esta topología está representada en la figura 1A. En esta topología, el dispositivo de control consta de dos terminales de entrada A, B y un primer transistor T1 conectado al segundo terminal de entrada B y que recibe en su rejilla las señales de control procedentes una unidad de control U. El segundo transistor T2 está conectado en serie con el primer transistor T1 y en el primer terminal de entrada A. Un condensador C1 está conectado entre la rejilla del segundo transistor T2 y el primer terminal de entrada A. La función del condensador C1 es doble: suministrar suficiente carga para controlar el segundo transistor y limitar la tensión en los terminales del primer transistor a un valor óptimo.

Para no depender de estas dos condiciones, en particular, se ha propuesto reemplazar el condensador por un diodo Zener Dz1, que permite entonces fijar la tensión en los terminales del primer transistor T1. Esta segunda topología conocida está representada en la figura 1B. En este montaje, el control del segundo transistor T2 se asegura entonces gracias a la carga almacenada por la capacidad parásita (Cz) del diodo Zener Dz1. Sin embargo, si la carga transmitida por la capacidad parásita del diodo Zener Dz1 es inferior (debido, por ejemplo, a una tensión del bus continuo demasiado bajo) a la carga necesaria a controlar correctamente el segundo transistor T2, entonces es necesario agregar un condensador en paralelo de este diodo Zener para asegurar un control adaptado del segundo transistor. Al agregar el condensador en paralelo del diodo Zener, los inconvenientes identificados para el primer montaje vuelven a aparecer.

En estos dos montajes, el control del segundo transistor T2 depende de la capacidad del condensador, intrínseco o adicional, y del nivel de la tensión en los terminales del condensador. Para controlar de manera adaptada el segundo transistor T2, a partir de una tensión que es baja en los terminales del condensador (intrínseco al diodo Zener Dz1 o adicional), es necesario aumentar la capacidad del condensador conectado en serie a la rejilla G del transistor T2. Pero la capacidad del condensador no puede incrementarse indefinidamente.

Se han descrito diferentes soluciones de control en las solicitudes de patente EP0453376A2, EP0140349A2 y US2011/0261594 A1, así como en la publicación HERBERT L HESS titulada "Transformerless Capacitive coupling of Gate Signals for Series Operation of Power MOS Devices" del 01 de septiembre de 2000 - XP011043472.

El objeto de la invención es proponer un dispositivo de control con dos transistores en serie, destinado a emplearse en un sistema de alimentación eléctrica de corte, permitiendo el dispositivo de control un control adaptado del segundo transistor independientemente del nivel de la tensión continua principal, y sin aumentar la capacidad de un condensador.

Descripción de la invención

Este objeto se logra mediante un dispositivo de control según la reivindicación 1.

Según una particularidad, el dispositivo consta de uno o varios motivos idénticos superpuestos, comprendiendo cada

motivo:

- dos puntos de conexión,
- un condensador conectado a un primer punto de conexión,
- un primer diodo Zener conectado en serie con dicho condensador,
- 5 - un tercer transistor dotado de una rejilla conectada a dicho condensador y de una fuente conectada a un segundo punto de conexión,
- un tercer diodo Zener conectado entre la rejilla y la fuente del tercer transistor,
- llegando el primer motivo agregado a conectarse por su segundo punto de conexión al drenaje del segundo transistor y por su primer punto de conexión a la rejilla del segundo transistor,
- 10 - llegando cada motivo adicional a conectarse por su segundo punto de conexión al drenaje del transistor del motivo anterior y por su primer punto de conexión a la rejilla del transistor del motivo anterior.

La invención también se refiere a un sistema de alimentación eléctrica de corte que comprende un primer terminal y un segundo terminal entre los cuales está conectada una fuente de tensión continua, un convertidor continuo/continuo conectado al primer terminal y un dispositivo de control conectado en serie con el convertidor continuo/continuo y al segundo terminal, siendo dicho dispositivo de control de acuerdo con lo definido anteriormente.

Según una particularidad, el convertidor continuo/continuo es de tipo "flyback" aislado, de tipo "forward" aislado, de tipo de elevador o de tipo depresor.

La invención se refiere finalmente a un variador de velocidad destinado a controlar una carga eléctrica, constando dicho variador de:

- 20 - un módulo rectificador destinado a rectificar una tensión alterna suministrada por una red de distribución eléctrica,
- un bus continuo de alimentación conectado al módulo rectificador y que consta de una primera línea de alimentación de potencial eléctrico positivo y una segunda línea de alimentación de potencial eléctrico negativo entre las cuales se aplica una tensión continua principal suministrada por el módulo rectificador,
- un condensador de bus conectado a la primera línea de alimentación y a la segunda línea de alimentación,
- 25 - un módulo ondulator que consta de varios transistores de conmutación destinados a convertir la tensión continua disponible en el bus en una tensión variable con destino a la carga eléctrica,
- un sistema de fuente de alimentación eléctrica de corte de acuerdo con el definido anteriormente, estando el primer terminal del sistema de alimentación eléctrica de corte conectado a la primera línea de alimentación del bus continuo de alimentación y estando el segundo terminal del sistema de alimentación eléctrica de corte conectado a la segunda línea de alimentación del bus continuo de alimentación.
- 30

Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas aparecerán en la siguiente descripción detallada hecha con respecto a los dibujos adjuntos que representan:

- 35 - la figura 1A representan un dispositivo de control con dos transistores en serie, según un primer estado de la técnica,
- la figura 1B representan un dispositivo de control con dos transistores en serie, según un segundo estado de la técnica,
- la figura 2 representa un sistema alimentación eléctrica de corte,
- la figura 3 representa variador de velocidad que emplea un sistema alimentación eléctrica de corte de la invención,
- 40 - la figura 4 representan un dispositivo de control con dos transistores en serie, según la invención, asociado con un convertidor de tipo depresor de tensión,
- las figuras 5A a 5C ilustran el principio de funcionamiento del dispositivo de control de la invención,
- la figura 6 representa un motivo que puede conectarse en cascada varias veces en el dispositivo de control de la invención,
- 45 - la figura 7 representa un dispositivo de control de la invención, que comprende una pluralidad de transistores en cascada.

Descripción detallada de al menos un modo de realización

Las soluciones presentadas en las figuras 1A y 1B forman parte del estado de la técnica y se han descrito anteriormente, en la parte introductoria de la descripción.

En la continuación de la descripción, algunas referencias empleadas en la descripción de las figuras 1A y 1B se conservan para la descripción de la invención, en la medida en que los componentes empleados son idénticos y cumplen una función idéntica.

5 La invención se refiere a un dispositivo 1 de control destinado a emplearse en un sistema de alimentación eléctrica de corte. Un tal sistema de alimentación eléctrica de corte se usa en un variador de velocidad, tal como se ha representado en la figura 3.

Con referencia a la figura 3, un variador de velocidad se alimenta a partir de una red R de alimentación eléctrica trifásica que entrega una tensión alterna y se basa en una topología de CA/CC/CA (CA=Corriente Alterna, CC = Corriente Continua). Tal variador de velocidad consta, de este modo, de:

- 10 - un módulo rectificador REC destinado a rectificar la tensión alterna suministrada por la red,
- un bus continuo de alimentación conectado al módulo rectificador y que consta de una primera línea 10 de alimentación de potencial eléctrico positivo y una segunda línea 11 de alimentación de potencial eléctrico negativo entre las cuales se aplica una tensión continua Vbus principal suministrada por el módulo rectificador,
- 15 - un condensador de bus Cbus conectado a la primera línea 10 de alimentación y a la segunda línea 11 de alimentación y responsable de mantener la tensión continua Vbus en un valor constante,
- un módulo ondulator INV que consta de varios transistores de conmutación destinados a convertir la tensión continua disponible en el bus en una tensión variable con destino a una carga eléctrica M.

20 La tensión continua Vbus principal se emplea para alimentar el sistema de alimentación eléctrica de corte. El sistema de alimentación eléctrica de corte se emplea en particular para suministrar una tensión de control a los transistores del módulo ondulator INV.

25 Un sistema alimentación eléctrica de corte, tal como se ha representado en la figura 2, consta de un primer terminal X destinado a conectarse a la primera línea 10 de alimentación y un segundo terminal Y destinado a conectarse a la segunda línea 11 de alimentación del bus continuo de alimentación. El sistema consta de un convertidor continuo/continuo conectado a su primer terminal X y un dispositivo 1 de control conectado en serie con el convertidor continuo/continuo y a su segundo terminal Y. El convertidor continuo/continuo puede presentarse en forma de diferentes topologías conocidas, tales como, por ejemplo, "flyback" aislado, "forward" aislado, depresor ("buck") o elevador ("boost"). La figura 2 muestra la asociación entre el dispositivo de control de la invención y un convertidor de tipo "flyback".

30 Con referencia a la figura 4, el dispositivo de control 1 de la invención, asociado con un convertidor de tipo depresor de tensión, consta de dos terminales de entrada A, B. El primer terminal de entrada A está destinado a conectarse al convertidor depresor de tensión del sistema de alimentación eléctrica de corte y el segundo terminal de entrada B está destinado a conectarse al segundo terminal Y del sistema.

35 El dispositivo de control 1 consta de dos transistores T1, T2 conectados en serie entre su primer terminal de entrada A y su segundo terminal de entrada B. Preferentemente, cada uno de los transistores es un MOSFET, un IGBT o un transistor fabricado de un material de gran energía de banda alta prohibida ("wide-band gap material") tal como el carburo de silicio o el nitruro de galio. La elección de dos transistores en serie hace posible dividir a la mitad la tensión soportada en los terminales de cada uno de los transistores, y, por lo tanto, disminuir su coste y su volumen en relación con un solo transistor que soporta toda la tensión.

40 Cada transistor T1, T2 posee una rejilla G cuyo control permite hacer pasar una corriente entre un drenaje D y una fuente S. Como se representa en la figura 4, la fuente S del primer transistor T1 está conectada al segundo terminal de entrada B, la fuente S del segundo transistor T2 está conectada al drenaje D del primer transistor T1 y el drenaje del segundo transistor T2 está conectado al primer terminal de entrada A.

45 La rejilla G del primer transistor T1 está conectada a una unidad de control U que entrega señales de control, por ejemplo, de tipo MLI (Modulación de Ancho de Pulso o PWM para "Pulse Width Modulation"), para controlar el primer transistor T1 en la apertura o en el cierre. La rejilla G del segundo transistor T2 está controlada por flotación. De este modo, está conectado al segundo terminal de entrada B a través de un conjunto de control específica, objeto de la invención.

50 Este conjunto de control consta de un condensador Ca conectado en serie con el segundo terminal de entrada B y un dispositivo de nivelación/ramificación, por ejemplo, un diodo Zener Dz1, conectado al condensador Ca y a la rejilla G del segundo transistor T2. El diodo Zener Dz1 está conectado en serie con el condensador Ca.

El conjunto de control consta también de un segundo diodo Zener Dz2 conectado entre la rejilla G y la fuente S del segundo transistor T2.

El condensador Ca es autoalimentado de este modo por la descarga de la rejilla G del segundo transistor T2 y por la carga de la capacidad parásita de drenaje-fuente Co2 del transistor T2. Esta autoalimentación se produce durante la

fase de apertura del primer transistor T1. Durante esta fase, el diodo Zener Dz1 se sujeta y se conduce a la inversa.

La fase de apertura y la fase de cierre del conjunto de control se explican a continuación:

Fase de apertura:

Inicialmente, los dos transistores T1, T2 están cerrados.

5 Figura 5A: La unidad de control U envía una señal de apertura a la rejilla G del primer transistor T1. La tensión Drenaje-Fuente V_{DS1} del primer transistor T1 comienza a aumentar, causando un aumento de la tensión V_{Dz1} en los terminales del diodo Zener Dz1. La corriente I_p (corriente primaria del transformador) circula a través de la rejilla G del segundo transistor T2 y carga las capacidades parásitas, Cz del diodo Zener Dz1, Co1 del primer transistor T1 y la capacidad del condensador Ca y descarga la capacidad parásita Cp del diodo D1 del convertidor. Esta corriente I_p permite un
10 aumento de la tensión V_{Dz1} en los terminales del diodo Zener Dz1 y de la tensión Va en los terminales del condensador Ca. También permite la descarga de la rejilla G del segundo transistor T2. Sin embargo, el segundo transistor T2 todavía está en estado pasante.

15 Figura 5B: Tan pronto como la tensión Rejilla-Puente V_{GS2} del segundo transistor T2 pasa por debajo de la tensión límite de cambio de estado, el segundo transistor T2 pasa al estado abierto, causando el aumento de su tensión Drenaje-Fuente V_{DS2} . Cuando el segundo transistor T2 está en estado abierto, la corriente I_p carga las capacidades parásitas Co1, Co2, Cz y continúa descargando la rejilla del segundo transistor T2 y la capacidad parásita Cp.

Figura 5C: Una vez que la tensión Drenaje-Fuente del primer transistor T1 V_{DS1} ha alcanzado la tensión de fijación del diodo Zener Dz1, la carga del condensador parásito Co1 del transistor T1 se completa y la corriente I_{DS1} que cruza el primer transistor T1 se convierte en cero.

20 La corriente I_p continúa la carga y la descarga de las capacidades parásitas Co2, Cp respectivamente del segundo transistor T2 y del diodo D1 ya que éstos no están completamente cargados. El diodo Zener Dz2 conduce en directo y el diodo Zener Dz1 conduce en inverso hasta la carga y la descarga completa respectiva de las capacidades parásitas Co2, Cp.

Al cierre:

25 Inicialmente, los dos transistores T1, T2 están abiertos.

La unidad de control U envía una señal de cierre a la rejilla del primer transistor T1. La tensión Drenaje-Fuente V_{DS1} en los terminales del primer transistor T1 cae a la conducción completa del primer transistor, representando su estado resistivo.

30 La tensión Va en los terminales del condensador Ca es entonces suficiente para pilotar correctamente el segundo transistor T2. Esta tensión Va autoadaptativa se expresa de la siguiente manera:

$$V_a = V_{fw_{Dz1}} + V_{Dz2} + (I_{D_{T1}} * R_{ds_{ON_{T1}}})$$

En la que:

- Va representa la tensión en los terminales del condensador Ca,
- $V_{fw_{Dz1}}$ representa la tensión de umbral de conducción directa del diodo Zener Dz1,
- 35 - V_{Dz2} representa la tensión de fijación del diodo Zener Dz2,
- $I_{D_{T1}}$ representa la corriente Drenaje-Fuente que cruza a través del primer transistor T1,
- $R_{ds_{ON_{T1}}}$ representa la resistencia en el estado pasante del primer transistor T1.

Partiendo de la arquitectura descrita anteriormente, la invención también consiste en hacer caer en cascada transistores por encima del segundo transistor T2.

40 Para efectuar esto, es posible superponer uno o varios motivos idénticos en la arquitectura descrita anteriormente y que comprende los dos transistores T1, T2. El primer motivo está conectado a la rejilla G y el drenaje D del segundo transistor T2.

45 Con referencia a la figura 6, un motivo consta de dos puntos de conexión M, N. Cada motivo consta de un condensador Cb, que puede ser idéntico al condensador Ca citado anteriormente, conectado a un primer punto de conexión M, un diodo Zener Dz1, idéntico al anterior para respetar el intercambio de tensiones, conectado en serie con el condensador Cb, un transistor T3_i (i=1 a n), del mismo tipo que los transistores T1, T2 principales, cuya rejilla G está conectada al condensador Cb, y la fuente S está conectada a un segundo punto de conexión N. El motivo también consta de un diodo Zener Dz3 (idéntico o no a Dz2) conectado entre la rejilla G y la fuente S del transistor T3_i.

50 Cada motivo agregado está conectado por su segundo punto de conexión N al drenaje D del transistor (T3_n-1) del motivo anterior y por su primer punto de conexión M en la rejilla G del transistor (T3_n-1) del motivo anterior.

ES 2 752 060 T3

El drenaje D del transistor del último motivo (T3_n) está conectado al primer terminal de entrada A descrito anteriormente.

5 En la apertura del primer transistor T1 controlado por la unidad de control U, las capacidades parásitas de los transistores en cascada se cargan por la corriente I_p . La tensión en los terminales de cada transistor T3_i se recorta a la tensión de su diodo Zener Dz1. Los diodos Zener conducen y cargan los motivos de los condensadores Cb.

Al cierre, la tensión en los terminales de cada condensador Cb de los motivos, compensa las caídas de tensión. Esta tensión V1 en los terminales de cada condensador Cb de un motivo se expresa de la siguiente manera:

$$V1 = (V_{Dz3} - V_{Dz2}) + V_{fW_{Dz1}} + I_{T2} * R_{ds_{on_T2}}$$

$$Vn = (V_{Dz3} - V_{Dz2}) + V_{fW_{Dz1}} + I_{Tn} * R_{ds_{on_Tn}}$$

10 Si $V_{Dz3} = V_{Dz2}$, y las resistencias en el estado pasante de los transistores son idénticas ($R_{ds_{on_Tn}}$), se obtiene, entonces:

$$V1 = V2 = Vn = V_{fW_{Dz1}} + I_{T2} * R_{ds_{on_Tn}}$$

15 El empleo de un llamado condensador "flotante" en la puesta en cascada de más de dos transistores de tipo MOSFET permite compensar las caídas de tensión de los diodos Zener Dz1 asociados y la caída de tensión asociada con la resistencia en el estado pasante del transistor.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) de control destinado a emplearse en un sistema de alimentación eléctrica de corte para controlar un convertidor continuo/continuo de dicho sistema de alimentación eléctrica de corte, constando dicho dispositivo de control de un primer terminal de entrada (A) y un segundo terminal de entrada (B), un primer transistor (T1) conectado por su fuente al segundo terminal de entrada (B) y dotado de una rejilla (G) destinada a recibir señales de control procedentes de una unidad de control (U) y un segundo transistor (T2) dotado de una rejilla (G) y conectado por su drenaje (D) al primer terminal de entrada (A) y por su fuente (S) al primer transistor (T1), constando el dispositivo de control de:
- un conjunto de control conectado a la rejilla (G) del segundo transistor (T2) y al segundo terminal de entrada (B) y comprendiendo un condensador (Ca) y un diodo Zener (Dz1) conectado en serie con dicho condensador (Ca), estando dicho condensador (Ca) dispuesto para compensar las caídas de tensión de dicho diodo Zener (Dz1),
 - un segundo diodo Zener (Dz2) conectado entre la rejilla (G) y la fuente (S) del segundo transistor (T2).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** consta de uno o varios motivos idénticos superpuestos, comprendiendo cada motivo:
- dos puntos de conexión (M, N),
 - un condensador (Cb) conectado a un primer punto de conexión (M),
 - un primer diodo Zener (Dz1) conectado en serie con dicho condensador (Cb),
 - un tercer transistor (T3_i) dotado de una rejilla (G) conectada a dicho condensador (Cb) y de una fuente (S) conectada a un segundo punto de conexión (N),
 - un tercer diodo Zener (Dz3) conectado entre la rejilla (G) y la fuente (S) del tercer transistor (T3_i),
 - llegando el primer motivo agregado a conectarse por su segundo punto de conexión (N) al drenaje (D) del segundo transistor (T2) y por su primer punto de conexión (M) a la rejilla (G) del segundo transistor (T2),
 - llegando cada motivo adicional a conectarse por su segundo punto de conexión (N) al drenaje (D) del transistor (T3_{n-1}) del motivo anterior y por su primer punto de conexión (M) a la rejilla (G) del transistor (T3_{n-1}) del motivo anterior.
3. Sistema de alimentación eléctrica de corte que comprende un primer terminal (X) y un segundo terminal (Y) entre los cuales está conectada una fuente de tensión continua, un convertidor continuo/continuo conectado al primer terminal (X) y un dispositivo (1) de control conectado en serie con el convertidor continuo/continuo y al segundo terminal (Y), **caracterizado porque** dicho dispositivo (1) de control es de acuerdo con el definido en una de las reivindicaciones 1 o 2.
4. Sistema según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el convertidor continuo/continuo es de tipo "flyback" aislado.
5. Sistema según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el convertidor continuo/continuo es de tipo "forward" aislado.
6. Sistema según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el convertidor continuo/continuo es de tipo elevador.
7. Sistema según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el convertidor continuo/continuo es de tipo depresor.
8. Variador de velocidad destinado a controlar una carga eléctrica (M), que consta de:
- un módulo rectificador (REC) destinado a rectificar una tensión alterna suministrada por una red (R) de distribución eléctrica,
 - un bus continuo de alimentación conectado al módulo rectificador (REC) y que consta de una primera línea (10) de alimentación de potencial eléctrico positivo y una segunda línea (11) de alimentación de potencial eléctrico negativo entre las cuales se aplica una tensión continua (Vbus) principal suministrada por el módulo rectificador,
 - un condensador de bus (Cbus) conectado a la primera línea (10) de alimentación y a la segunda línea (11) de alimentación,
 - un módulo ondulator (INV) que consta de varios transistores de conmutación destinados a convertir la tensión continua (Vbus) disponible en el bus en una tensión variable con destino a la carga eléctrica (M),
- caracterizado porque** consta de:
- un sistema de alimentación eléctrica de corte de acuerdo con el definido en una de las reivindicaciones 3 a 7 y **porque** el primer terminal (X) del sistema de alimentación eléctrica de corte está conectado a la primera línea (10) de alimentación del bus continuo de alimentación y el segundo terminal (Y) del sistema de alimentación eléctrica de corte está conectado a la segunda línea (11) de alimentación del bus continuo de alimentación.

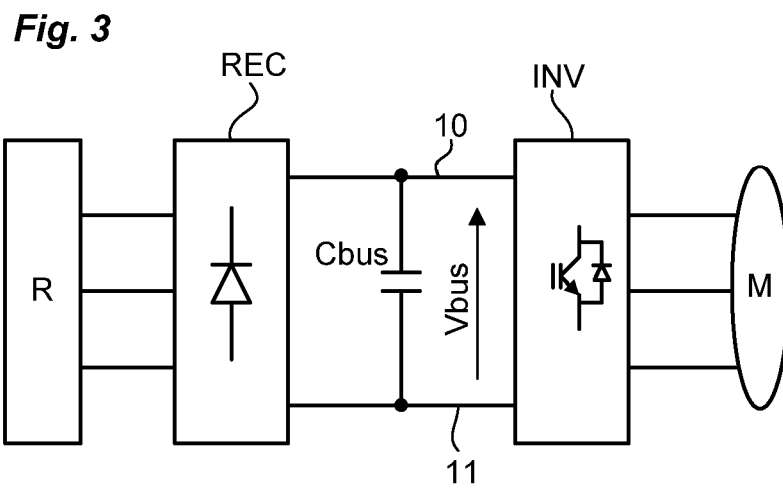
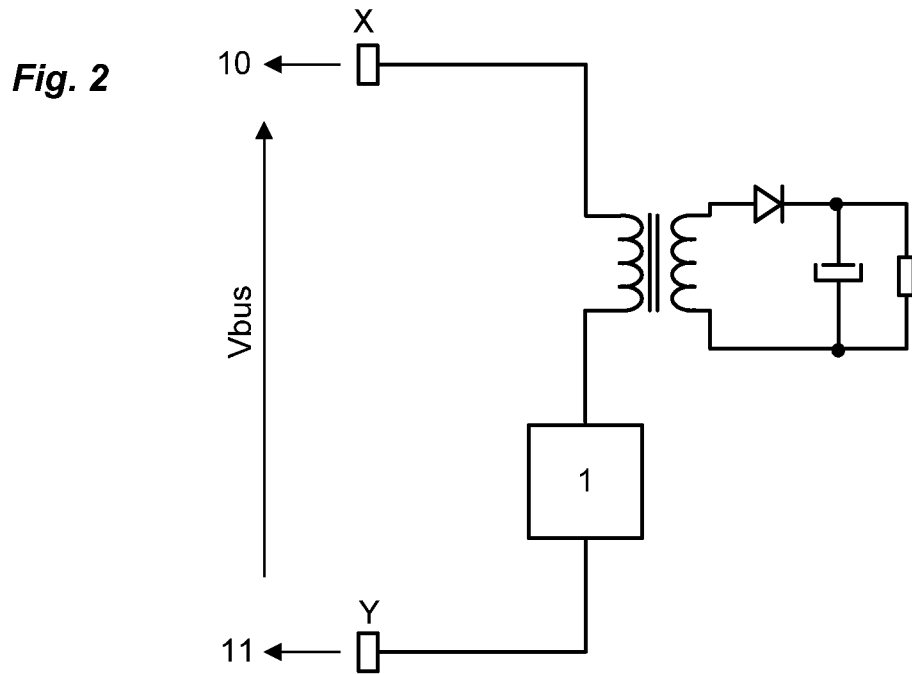
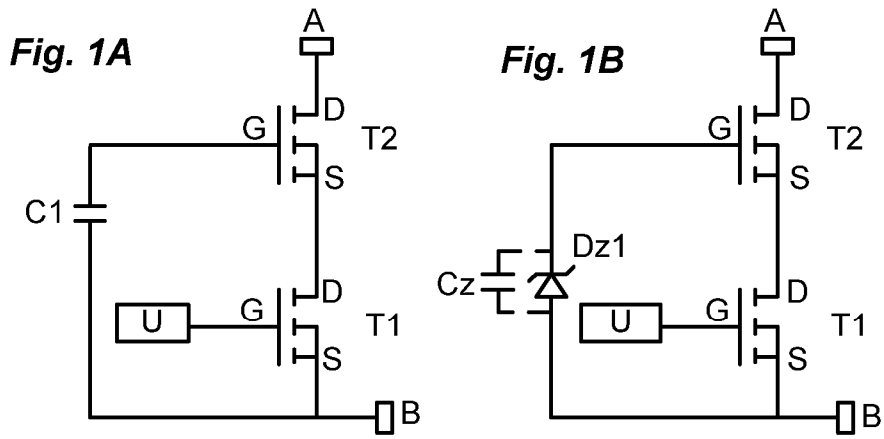


Fig. 4

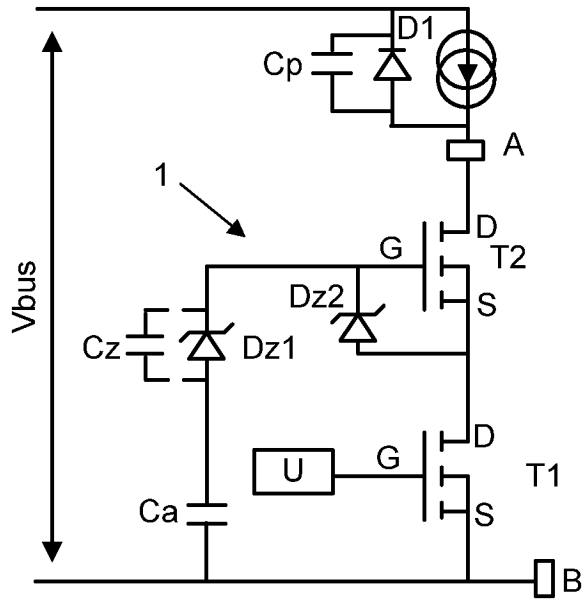


Fig. 5A

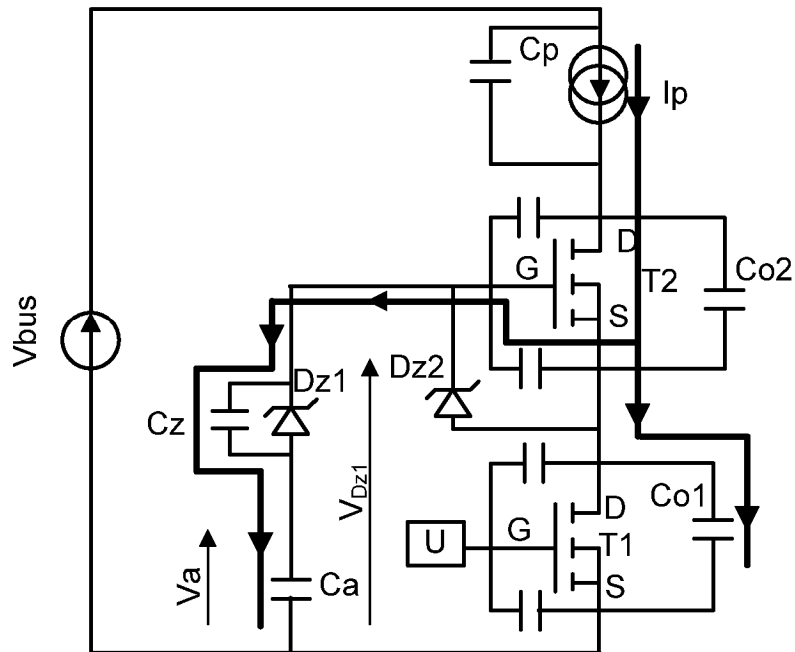


Fig. 5B

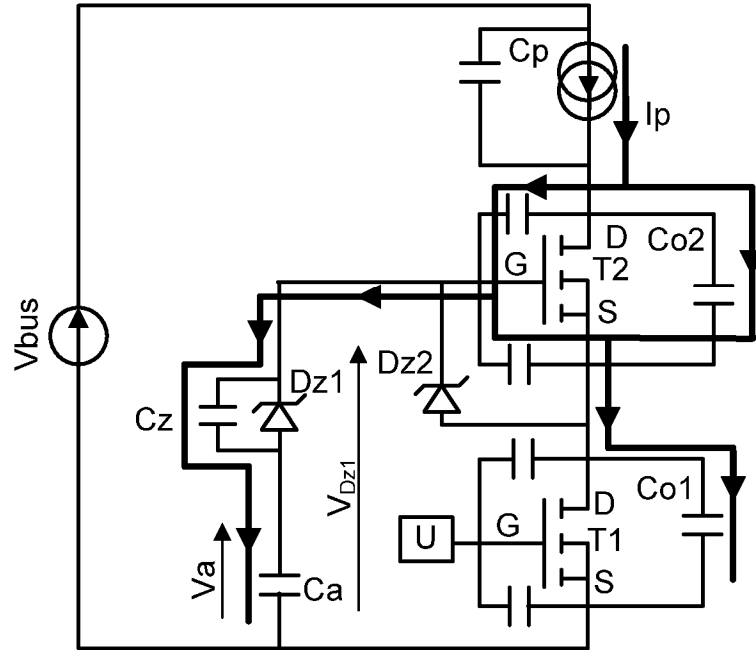


Fig. 5C

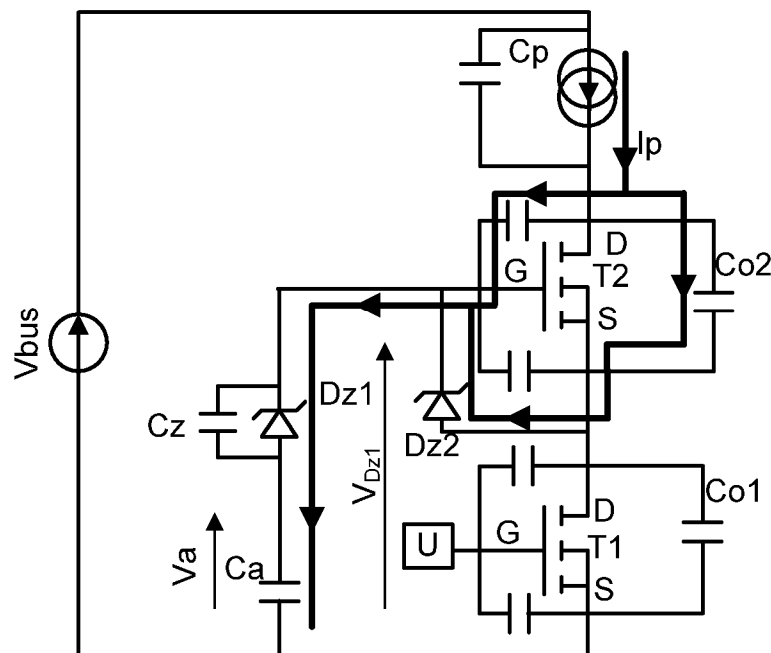


Fig. 6

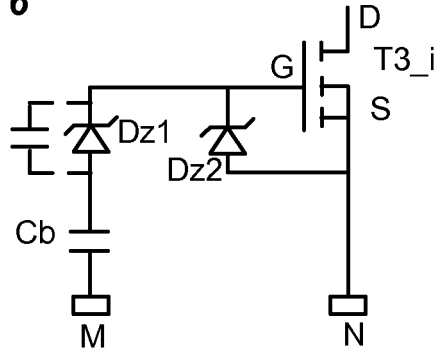


Fig. 7

