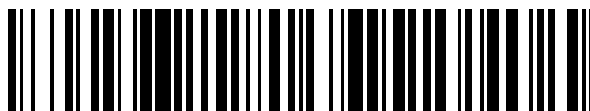


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 700**

51 Int. Cl.:

**H03K 17/10** (2006.01)

**H02M 1/088** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2013 E 13157990 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 2645569**

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

30 Prioridad:

**30.03.2012 FR 1252956**

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

**24.06.2019**

73 Titular/es:

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

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 717 700 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 eléctrica de corte

### Campo técnico de la invención

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de control utilizado en un sistema de alimentación eléctrica de corte. La invención también se refiere al sistema de alimentación eléctrica de corte que emplea dicho dispositivo de control.

### Estado de la técnica

10 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 de proporcionar una tensión continua auxiliar que permite alimentar toda la electrónica del variador de velocidad, a partir de una tensión continua principal tomada del bus continuo de alimentación del variador de unidad.

15 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 2A 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 elevado y, en funcionamiento, sus pérdidas por efecto Joule son particularmente elevadas.

20 Para superar estos inconvenientes, se sabe que se asocian dos transistores MOSFET en serie, que tienen tensiones de ruptura más bajas, que van de 600 V a 900 V. Cada uno de los dos transistores en serie admite de este modo una tensión eléctrica menor, compatible con un empleo óptimo de la tecnología de los MOSFET.

Los dispositivos de control también son conocidos a partir de los documentos EP0453376A2 y JP2006158185A.

25 En el estado de la técnica, se han propuesto varios montajes con dos transistores en serie. La publicación titulada "Transformerless Capacitive Coupling of Gate Signals for Sériés Operation of Power MOS Devices" - Robert L. Hess y Russel Jacob Baker - IEEE transactions on power electronics, Vol. 15, Nº 5, septiembre de 2000, describe un dispositivo de control que consta al menos de dos transistores de tipo MOSFET en serie. Esta tipología está representada en la figura 1A. En esta topología, el dispositivo de control consta de dispositivo 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 desde 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: proporcionar suficiente carga para controlar el segundo transistor y limitar la tensión a través del primer transistor a un valor óptimo.

35 Para no depender de estas dos condiciones, se ha propuesto en particular, reemplazar el condensador por un diodo Zener Dz1, que luego permite fijar la tensión en los terminales del primer transistor T1. Esta segunda fase de funcionamiento 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 intrínseca (Ci) del diodo Zener Dz1. Sin embargo, si la carga transmitida por la capacidad intrínseca del diodo Zener Dz1 es inferior (debido, por ejemplo, a una tensión de bus continuo demasiado baja) a la carga necesaria para controlar correctamente el segundo transistor T2, entonces es necesario agregar un condensador en paralelo de este diodo Zener para asegurar un control adecuado del segundo transistor. Al agregar el condensador en paralelo del diodo Zener, vuelven a aparecer los inconvenientes identificados para el primer montaje.

40 En estas dos disposiciones, 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 adecuadamente el segundo transistor T2, desde una tensión baja en el 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.

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

50

### Descripción de la invención

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

La invención también se refiere a un sistema de alimentación eléctrica de corte según la reivindicación 4.

La invención también se refiere a un variador de velocidad según la reivindicación 9.

**Breve descripción de las figuras**

Otras características y ventajas se mostrarán en la descripción detallada que sigue hecha con respecto a los dibujos adjuntos en los que:

- 5 - la figura 1A representa un dispositivo de control con dos transistores en serie, según un primer estado de la técnica,
- la figura 1B representa 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,
- 10 - la figura 3 representa variador de velocidad que emplea un sistema alimentación eléctrica de corte de la invención,
- las figuras 4A a 4E representan un dispositivo de control con dos transistores en serie,
- la figura 5 representa un motivo que puede ser colocado en cascada varias veces en el dispositivo de control representado en las figuras 4A a 4E,
- 15 - la figura 6 representa un dispositivo de control de la invención, que comprende varios 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.

20 En la siguiente descripción, ciertas 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.

La invención se refiere a un dispositivo 1 de control destinado a emplearse en un sistema de alimentación eléctrica de corte. Dicho sistema de alimentación eléctrica de corte se emplea en un variador de velocidad, tal como se representa en la figura 3.

25 Con referencia a la figura 3, un variador de velocidad se alimenta a partir de una red R de alimentación eléctrica trifásica que administra 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:

- 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  $V_{bus}$  principal suministrada por el módulo rectificador,
- 30 - un condensador de bus  $C_{bus}$  conectado a la primera línea 10 de alimentación y a la segunda línea 11 de alimentación y responsable de mantener la tensión continua  $V_{bus}$  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.
- 35

La tensión continua  $V_{bus}$  principal se emplea para alimentar el sistema de alimentación eléctrica de corte. El sistema de alimentación eléctrica de corte se emplea en particular para proporcionar una tensión de control a los transistores del módulo ondulator INV.

40 Un sistema de alimentación eléctrica de corte, tal como se muestra 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 al convertidor continuo/continuo y a su segundo terminal Y. El convertidor continuo/continuo puede presentar la forma de diferentes topologías conocidas, tal como, por ejemplo, "flyback" aislado, "forward" aislado, reductor ("buck") o elevador ("boost"). La figura 2 muestra la asociación entre el dispositivo de control de la invención y un convertidor de tipo "flyback".

Con referencia a la figura 1A, el dispositivo 1 de control de la invención consta de dos terminales de entrada A, B. El primer terminal de entrada A está destinado a conectarse al convertidor continuo/continuo del sistema de alimentación eléctrica de corte y el segundo terminal de entrada B está destinado a conectarse al segundo terminal Y del sistema.

50 El dispositivo 1 de control 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 prohibida ("wide-band gap material"), tal como carburo

de silicio o nitruro de galio. La elección de dos transistores en serie hace posible dividir a la mitad la tensión soportado en los terminales de cada uno de los transistores, y así disminuir su coste y su volumen en relación con un solo transistor que soporta toda la tensión.

5 Cada transistor T1, T2 posee una rejilla G cuyo control hace posible hacer pasar una corriente entre un drenaje D y una fuente S. Como se representa en la figura 4A, 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.

10 La rejilla G del primer transistor T1 está conectada a una unidad de control U que administra señales de control, por ejemplo, de tipo MLI (Modulación por Ancho de Pulsos o PWM para "Pulse Width Modulation") para controlar el primer transistor T1 en la apertura o el cierre. La rejilla G del segundo transistor T2 está controlada por flotación. Por lo tanto, está conectado al segundo terminal de entrada B a través de una unidad de control específica, objeto de la invención.

15 Este conjunto de control consta de una fuente de tensión Vdc conectada al segundo terminal de entrada y un dispositivo de corte/conmutación de tensión conectado a la fuente de tensión Vdc y a la rejilla G del segundo transistor T2.

En una primera variante de realización representada en las Figuras 4A, 4B, 4C, el dispositivo de corte/conmutación de tensión consta de un diodo Zener Dz1 conectado en serie a la fuente de tensión Vdc.

20 En una segunda variante de realización representada en las figuras 4D y 4E, el dispositivo de corte/conmutación de tensión consta de un diodo D1 conectado a la rejilla G del segundo transistor T2 y en serie con la fuente de tensión Vdc y un diodo Zener Dz1 conectado en paralelo de la fuente de tensión Vdc y del diodo D1.

En las figuras 4A a 4C, el diodo zener Dz1 desempeña una doble función: la función de cortador de tensión para limitar la tensión en los terminales del primer transistor T1 a la tensión inversa del diodo zener Dz1 y la función de diodo que permite la conmutación de la tensión Vdc hacia la rejilla G del segundo transistor T2 al cerrar el dispositivo.

25 La fuente de tensión Vcc permite garantizar una tensión suficiente para controlar el segundo transistor T2, por ejemplo, al iniciar un sistema de alimentación eléctrica de corte, incluso si la capacidad (condensador intrínseco del diodo Zener) conectada en serie es insuficiente para controlar el segundo transistor T2.

30 Con referencia a las figuras 4B, 4C, 4E, para limitar la disipación en el diodo Zener Dz1, es posible agregar un condensador adicional Cadd. Este condensador adicional Cadd se conecta en paralelo del diodo Zener solo (figura 4B) o en paralelo de todo el conjunto de control (figuras 4C y 4E). El valor de la capacidad de este condensador adicional Cadd se elige para poder sincronizar la apertura de los dos transistores y representar un compromiso entre las pérdidas generadas en el primer transistor T1 y las pérdidas generadas en el diodo Zener Dz1.

35 Según la invención, la adición de la fuente de tensión Vdc en el control de la rejilla G del segundo transistor T2 elimina así cualquier restricción de dimensionamiento de cualquier condensador conectado en serie. Permite garantizar el correcto funcionamiento del segundo transistor y asegura que éste pasa el umbral de conducción.

El funcionamiento del dispositivo de control tal como se representa en la figura 4B, 4C o 4E es el siguiente:

Al cierre:

40 En  $t_0$ : los dos transistores están abiertos. La tensión en los terminales del diodo Zener Dz1 se aplica en los terminales del primer transistor T1. La unidad de control U envía una señal de cierre a la rejilla del primer transistor T1.

Entre  $t_0$  y  $t_1$ : estando el primer transistor T1 en curso de cierre, la tensión en sus terminales, entre el drenaje y la fuente, disminuye. Esta disminución obliga a la descarga del condensador en los terminales del diodo Zener Dz1 hacia la rejilla del segundo transistor T2. Una corriente entonces carga la rejilla G del segundo transistor T2.

45 En  $t_1$ : cuando se han acumulado suficientes cargas en la rejilla G del segundo transistor T2, el segundo transistor T2 se cierra. La fuente de tensión permite garantizar el paso del umbral de conducción del segundo transistor T2.

En la apertura:

En  $t_0$ : los dos transistores están cerrados. La unidad de control U envía una señal de apertura a la rejilla G del primer transistor T1.

50 Entre  $t_0$  et  $t_1$ : la tensión en los terminales del transistor T1 aumenta, lo que provoca el aumento de la tensión en los terminales del diodo Zener Dz1. Luego, una corriente fluye desde la rejilla del transistor T2 hacia el diodo Zener Dz1 y el condensador, lo que provoca la descarga de la rejilla del segundo transistor T2. El condensador adicional Cadd permite entonces almacenar la energía de descarga del segundo transistor T2. El valor de la capacidad del

condensador adicional Cadd se elige así para regular la duración de conmutación en la apertura del segundo transistor T2, por ejemplo, para sincronizar la apertura del segundo transistor T2 con la apertura del primer transistor T1. El diodo Zener Dz1 fija, por su parte, la tensión máxima en el primer transistor T1.

En  $t_1$ : los dos transistores están abiertos.

- 5 Partiendo de las arquitecturas descritas anteriormente, la invención también consiste en transistores en cascada sobre el segundo transistor T2.

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.

- 10 Con referencia a la figura 5, un motivo consta de dos puntos de conexión M, N. Cada motivo consta de un condensador Cb 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<sub>i</sub> (i=1 a n), del mismo tipo que los transistores principales T1, T2, cuya rejilla G está conectada al diodo Zener Dz1, 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<sub>i</sub>.
- 15

Cada motivo agregado está conectado por su segundo punto de conexión N al drenaje D del transistor (T3<sub>n-1</sub>) del motivo anterior y por su primer punto de conexión M en la rejilla G del transistor (T3<sub>n-1</sub>) del motivo anterior.

El drenaje D del transistor del último motivo (T3<sub>n</sub>) está conectado al primer terminal de entrada A descrito anteriormente.

- 20 En la apertura del primer transistor T1 controlado por la unidad de control U, las capacidades parásitas de los transistores en cascada se cargan mediante una corriente (desde el convertidor). La tensión en los terminales de cada transistor T3<sub>i</sub> se recorta a la tensión de su diodo Zener Dz1. Los diodos zener conducen y cargan los motivos de los condensadores Cb.

- 25 En el cierre, la tensión en los terminales de cada condensador Cb de los motivos, compensa las caídas de tensión del diodo Zener en conducción directa (tensión VfwDz1) y el transistor subyacente en conducción. Esta tensión Vn en los terminales de cada condensador Cb de un motivo se expresa de la siguiente manera:

$$V1 = V_{Dz3} - (V_{dc} - V_{fwDz1}) + V_{fwDz1} + I_{dT2} * R_{ds_{on\_T2}}$$

$$Vn = V_{Dz3} - (V_{dc} - V_{fwDz1}) + V_{fwDz1} + I_{dTn-1} * R_{ds_{on\_Tn-1}}$$

- 30 La invención se refiere, por lo tanto, a un dispositivo 1 de control con funcionamiento optimizado, que se puede emplear en un sistema de alimentación eléctrica de corte como se describió anteriormente. Tal sistema se puede emplear, en particular, en un variador de velocidad tal como se describió anteriormente.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo (1) de control configurado para ser empleado 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:

- 5 - un primer terminal de entrada (A) y un segundo terminal de entrada (B),
- un primer transistor (T1) conectado al segundo terminal de entrada (B) y dotado de una rejilla (G) destinada a conectarse a una unidad de control (U) destinada a emitir señales de control en su rejilla, y
- un segundo transistor (T2) en serie con el primer transistor (T1), y dotado de una rejilla (G),
- 10 - un conjunto de control destinado a controlar el segundo transistor (T2) conectado a la rejilla (G) del segundo transistor (T2) y al segundo terminal de entrada (B) y que comprende una fuente de tensión (Vdc) y un diodo Zener (Dz1) conectado en serie a la fuente de tensión (Vdc),
- varios motivos idénticos, comprendiendo cada motivo:
  - un primer (M) y un segundo (N) puntos de conexión,
  - un condensador (Cb) conectado al primer punto de conexión (M),
  - 15 - un primer diodo Zener (Dz1) conectado en serie a dicho condensador (Cb),
  - un tercer transistor (T3<sub>i</sub>) dotado de una rejilla (G) conectada a dicho primer diodo Zener y de una fuente (S) conectada al segundo punto de conexión (N),
  - un segundo diodo Zener (Dz3) conectado entre la rejilla (G) y la fuente (S) del tercer transistor (T3<sub>i</sub>),
  - 20 - el primer motivo agregado conectándose a través de 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),
  - conectándose cada motivo suplementario por su segundo punto de conexión (N) al drenaje (D) del tercer transistor (T3<sub>n-1</sub>) del motivo anterior y por su primer punto de conexión (M) en la rejilla (G) del tercer transistor (T3<sub>n-1</sub>) del motivo anterior,

estando el drenaje del tercer transistor del último motivo conectado al primer terminal de entrada (A).

25 2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende un condensador adicional (Cadd) conectado en paralelo del diodo Zener (Dz1).

3. Dispositivo según la reivindicación 1 **caracterizado porque** comprende un condensador adicional (Cadd) conectado en paralelo del conjunto de control.

30 4. Sistema de alimentación eléctrica de corte que comprende un primer terminal (X) y un segundo terminal (Y) entre los cuales se conecta una fuente de tensión continua, un convertidor continuo/continuo conectado al primer terminal (X) y un dispositivo (1) de control conectado en serie al convertidor continuo/continuo y en el segundo terminal (Y), **caracterizado porque** dicho dispositivo (1) de control es de acuerdo con el definido en una de las reivindicaciones 1 a 3.

35 5. Sistema según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el convertidor continuo/continuo es de tipo "flyback" aislado.

6. Sistema según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el convertidor continuo/continuo es de tipo "forward" aislado.

7. Sistema según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el convertidor continuo/continuo es de tipo elevador.

8. Sistema según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el convertidor continuo/continuo es de tipo reductor.

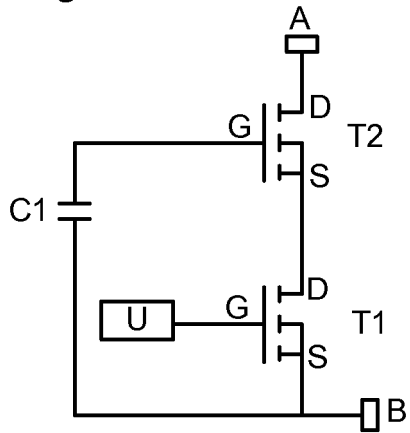
40 9. Variador de velocidad destinado a controlar una carga eléctrica (M), que consta de:

- 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,
- 45 - 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),

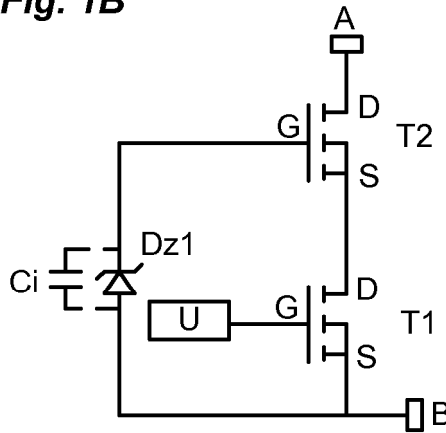
50 **caracterizado porque** consta de:

- un sistema de alimentación eléctrica de corte de acuerdo con el definido en una de las reivindicaciones 4 a 8 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.

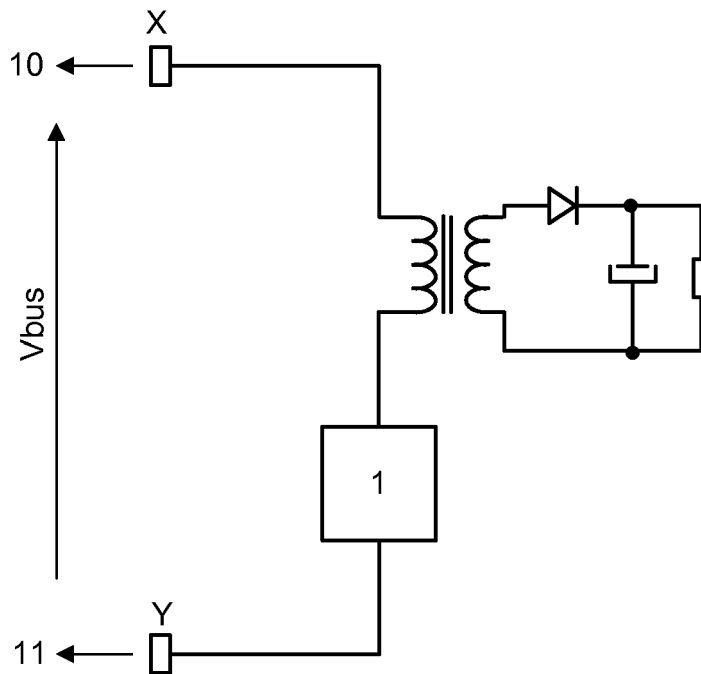
**Fig. 1A**



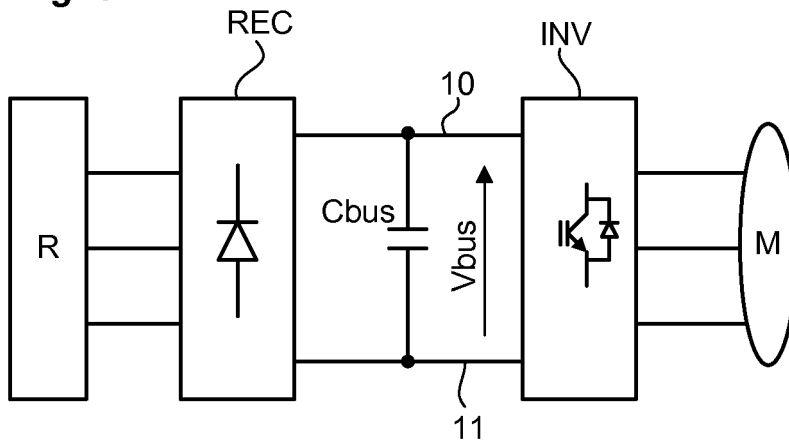
**Fig. 1B**

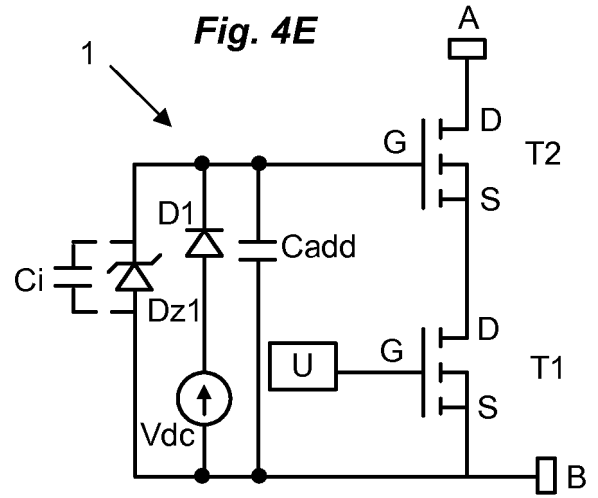
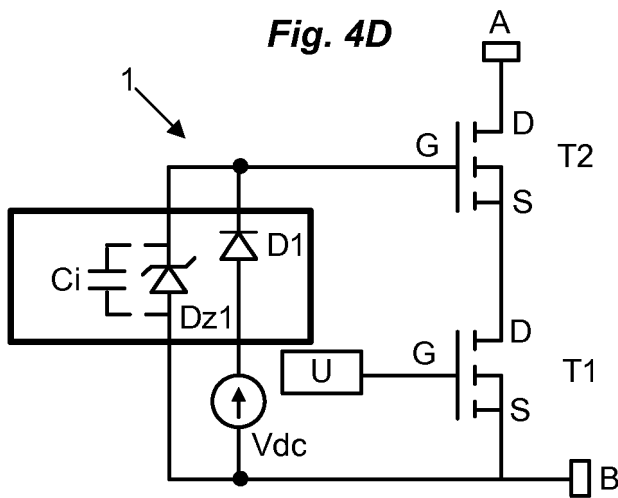
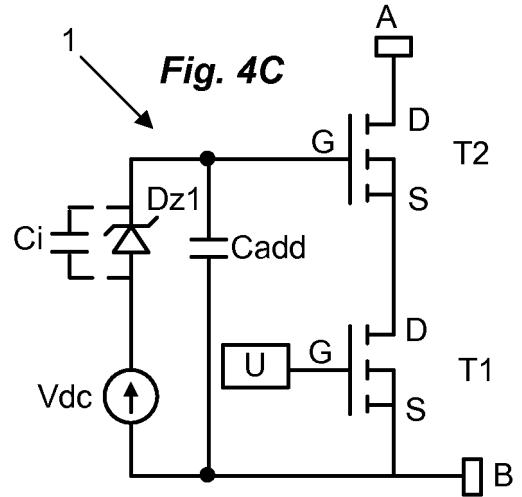
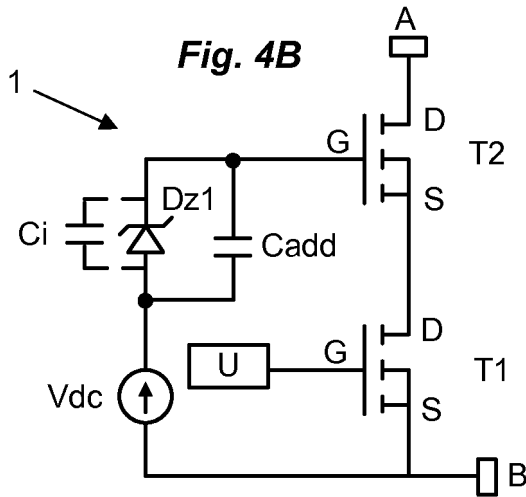
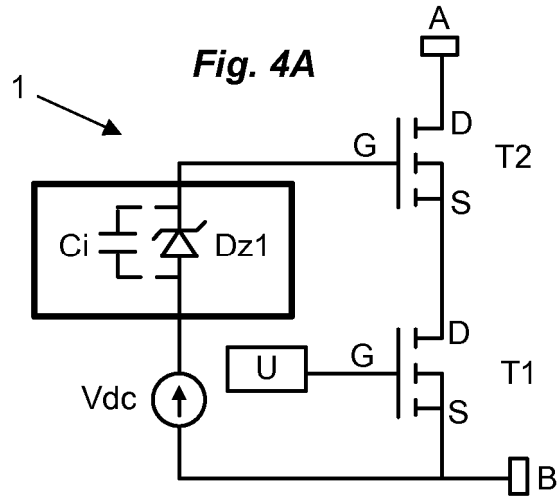


**Fig. 2**



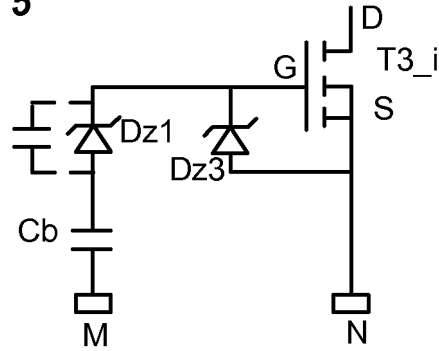
**Fig. 3**







**Fig. 5**



**Fig. 6**

