



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 352 539**

51 Int. Cl.:
H03K 17/082 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00945473 .7**

96 Fecha de presentación : **11.07.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1196994**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.04.2002**

54 Título: **Procedimiento de protección de los semi-conductores de potencia de un convertidor de potencia y convertidor que emplea dicho procedimiento.**

30 Prioridad: **15.07.1999 EP 99870159**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.02.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.02.2011

73 Titular/es: **ALSTOM BELGIUM TRANSPORT**
50-52 rue Cambier Dupret
6001 Charleroi, BE

72 Inventor/es: **Weytens, Michel;**
Monnom, Olivier y
Bellavoine, Jacques

74 Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 352 539 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

Objeto de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de protección de los semi-conductores de potencia de un convertidor de potencia.

La presente invención se refiere también al convertidor que emplea dicho procedimiento.

Antecedentes

10 En electrónica de potencia, los sistemas de conversión eléctrica (convertidores DC-AC, AC-DC, DC-DC y AC-AC) utilizan semi-conductores controlados que hacen de interruptores eléctricos, tales como los transistores bipolares, los tiristores, los GTO, los MOSFET, los IGBT, etc. Estos semi-conductores tienen intrínsecamente una limitación en lo que se refiere a la tensión máxima admisible en sus bornes. En determinadas circunstancias, se desea controlar el interruptor para hacerlo conductor (cerrándolo), al menos parcialmente, para evitar que una sobretensión que se origina en sus bornes no lo destruyan. Por esta razón se han desarrollado diversos circuitos de protección.

15 Esta preocupación aparece por ejemplo en la concepción de los circuitos de alimentación de los motores eléctricos de propulsión (síncronos, asíncronos, continuos). Estos están constituidos por convertidores, como por ejemplo los onduladores trifásicos asociados a unos troceadores, donde los semi-conductores utilizados a guisa de interruptores deben presentar una resistencia en tensión al menos equivalente y preferentemente equivalente a varias veces la tensión catenaria continua nominal. En particular, se escogen semi-conductores que pueden resistir sobretensiones de 2 a 3 veces la tensión catenaria.

20 En particular en el caso de las altas tensiones, es decir tensiones catenarias continuas nominales superiores a 2000 V, conviene utilizar semi-conductores que presentan una resistencia en tensión máxima relativamente elevada. Además, estos semi-conductores deben presentar un funcionamiento lineal por oposición a los transistores de tipo "todo o nada". Una elección juiciosa de tales semi-conductores son los IGBT, que permiten resistencias en tensión máximas cada vez más elevadas que van hasta los 6,5 kV.

25 En lo que sigue, se toman como ejemplo interruptores de tipo IGBT, porque estos son interruptores que pueden resistir tensiones relativamente elevadas, y en cualquier caso superiores a 2 kV, mientras que los transistores de potencia bipolares y los MOSFETs están limitados a una tensión máxima de 1000 V aproximadamente.

Además, los IGBT presentan propiedades intrínsecas de rapidez y de facilidad de control.

30 Sin embargo, en el caso en que las tensiones máximas son más reducidas, es habitual disponer varios interruptores (semi-conductores) en serie. En este caso es obligatorio asociarles un sistema de truncamiento de tensión. Esto es especialmente cierto en el caso de los IGBT, que permiten una resistencia en tensión relativamente reducida (del orden de 3,3 kV).

35 El principio de funcionamiento de un dispositivo de truncamiento de tensión activo es simple: se cierra el interruptor cuando la tensión en sus bornes sobrepasa un valor predefinido. A tal fin, un dispositivo con umbral de tensión (diodos de avalancha Zener, Transil, etc.) se introduce entre un borne de potencia y el control del interruptor.

40 El dispositivo de truncamiento de tensión activo es por lo tanto un dispositivo que sirve para proteger el IGBT contra sobretensiones transitorias. Cuando aparece una sobretensión, el dispositivo de truncamiento de tensión entra en funcionamiento cerrando el IGBT que conducirá entonces en su zona lineal. El umbral de tensión a partir del cual el truncamiento entra en funcionamiento está calculado para que la tensión en los bornes del IGBT no alcance nunca su tensión máxima admisible. Físicamente, el circuito de truncamiento está dispuesto entre el colector y la rejilla del IGBT para crear un lazo de reacción tan rápido como sea posible.

45 Este circuito de umbral de tensión reinyecta una corriente de control cuando la tensión en los bornes del interruptor sobrepasa un valor predefinido (por ejemplo 2200 V). El inconveniente es que este dispositivo reduce el umbral máximo de tensión admisible por el interruptor cuando este no conduce, es decir en que el interruptor está abierto para un convertidor parado.

Cuando la tensión en los bornes del conjunto IGBT - dispositivo de truncamiento de tensión activo sobrepase 2,2 kV, habrá encendido (cierre) del interruptor de potencia y la tensión en estos bornes se mantendrá entonces a aproximadamente 2,2 kV en lugar de 3,3 kV permitidos como tensión máxima admisible.

50 Desde un punto de vista estático, en el caso de un IGBT no controlado, es decir de un IGBT abierto, la tensión máxima que el circuito compuesto por el IGBT y el dispositivo de truncamiento de tensión activo puede tener es el umbral de truncamiento de tensión que es mucho menor que la tensión máxima admisible del IGBT. En el ejemplo de más arriba, el IGBT tiene una tensión máxima admisible de 3,3 kV y se le adjunta un dispositivo con truncamiento activo cuyo umbral es de 2,2 kV: se obtiene así un dispositivo que en la parada, es incontrolable más allá de 2,2 kV.

Estado de la técnica

5 El documento JP-06163911 describe de manera muy general un dispositivo que permite determinar si el voltaje del drenaje de un MOSFET es superior al voltaje de un diodo Zener que se alcanza en un circuito asociado de truncamiento de tensión. Se trata muy probablemente de un dispositivo destinado a ser utilizado en circuitos integrados que presentan voltajes relativamente reducidos y del orden de algunas decenas de voltios como máximo.

Objetivos de la invención

La presente invención tiene como objetivo proponer un procedimiento de protección de un convertidor de potencia alimentado con alta tensión, que permite a los interruptores tener la alta tensión máxima admisible en sus bornes cuando están abiertos, y ello en el caso en que se prevé un sistema de truncamiento de tensión.

10 Principales elementos características de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento de protección de un interruptor de potencia presente en un convertidor de potencia, asociado a un dispositivo de truncamiento de umbral de tensión, según el cual se garantiza el mantenimiento de la tensión máxima admisible en los bornes del interruptor de potencia inhibiendo la función de truncamiento de umbral de tensión cuando el interruptor de potencia está apagado.

15 Preferentemente, se garantiza el mantenimiento de la tensión máxima admisible en los bornes del interruptor de potencia con ayuda de un interruptor de inhibición colocado entre el dispositivo de truncamiento de umbral de tensión y el control del interruptor de potencia.

Según una forma de realización preferida, se utiliza el mismo control para controlar el interruptor de inhibición y el interruptor de potencia.

20 Ventajosamente, el flanco de subida del impulso de control del interruptor de inhibición está sincronizado con el del impulso de control del interruptor de potencia y el flanco de bajada del impulso de control del interruptor de inhibición presenta un retardo con respecto al impulso del interruptor de potencia. Preferentemente, dicho retardo está comprendido entre 50 y 500 Ps y es preferentemente cercano a 200 Ps.

25 La presente invención se refiere también a un convertidor de potencia asociado a un dispositivo de truncamiento de tensión que comprende al menos un interruptor de potencia, un control de dicho interruptor de inhibición colocado entre el dispositivo de truncamiento de umbral de tensión y el control del interruptor de potencia, caracterizado por el hecho de que dicho control permite controlar a la vez el interruptor de potencia y el interruptor de inhibición.

Según una forma de realización preferida, el convertidor comprende varios interruptores de potencia dispuestos en serie, estando dichos interruptores asociados a un dispositivo de truncamiento de umbral de tensión.

30 Ventajosamente, el o los interruptores de potencia son unos semi-conductores de régimen lineal de alta tensión tales como unos IGBT de potencia.

Preferentemente, el interruptor de inhibición está colocado en serie con el dispositivo de truncamiento de tensión, estando el conjunto conectado entre el colector y la rejilla del IGBT de potencia.

35 Ventajosamente, el interruptor de inhibición es un semi-conductor de régimen lineal, preferentemente un IGBT, o un semi-conductor de tipo "todo o nada".

Finalmente, la presente invención se refiere a la utilización del procedimiento y del convertidor descritos más arriba para la protección contra las sobretensiones para interruptores de potencia presentes en un circuito troceador reductor de tensión.

Breve descripción de los dibujos

40 La figura 1 representa el esquema de principio de un dispositivo de truncamiento de tensión activo o de umbral de tensión montado en un interruptor de potencia.

La figura 2 representa el esquema de principio de un dispositivo con IGBT de inhibición de truncamiento activo montado entre el elemento de umbral de tensión y el control del IGBT de potencia para la realización del procedimiento según la invención.

45 La figura 3 representa las formas de onda de control del IGBT de potencia y del IGBT de truncamiento de tensión.

La figura 4 representa el esquema de principio completo del circuito de inhibición de truncamiento de tensión.

La figura 5 representa el esquema de principio completo de un circuito troceador reductor de tensión.

Descripción detallada de la invención

La figura 1 muestra el esquema de principio de un interruptor de potencia provisto de un dispositivo con umbral de tensión. Para inhibir el truncamiento activo, se introduce un segundo interruptor en el lazo de truncamiento de tensión. Este interruptor debe poder soportar una fuerte tensión y ser rápido. La elección de un IGBT de caja pequeña se toma para satisfacer estos criterios. Será llamado en lo que sigue interruptor o IGBT de inhibición.

5 La tensión del IGBT de inhibición debe ser tal que el sistema así formado pueda, en estática, recuperar toda o parte de la tensión máxima admisible del IGBT de potencia. Si se vuelve a tomar el ejemplo de un IGBT que tiene una tensión máxima admisible de 3,3 kV y al cual se adjunta un dispositivo de truncamiento de tensión activo de 2,2 kV de umbral, la tensión máxima admisible del IGBT de inhibición debe valer al menos $3,3 - 2,2 = 1,1$ kV.

10 Entre las numerosas posibilidades de control del IGBT de inhibición, se ha escogido una que se deriva de los pulsos de control del IGBT de potencia, lo cual permite hacer transparente el funcionamiento de la inhibición de truncamiento de tensión con respecto a la electrónica de control. La estrategia de control del IGBT de inhibición se describe en la figura 2. Hay que vigilar para que el IGBT de inhibición esté bien cerrado antes del instante en que el IGBT de potencia entre en su zona lineal, ya sea en el encendido o en la extinción. Cuando el pulso de control del IGBT de potencia desaparece, se sigue permitiendo el truncamiento durante 200 Ps aproximadamente (Toff).

15 El dispositivo con truncamiento activo con su circuito de inhibición es aplicable a cualquier sistema de conversión eléctrica susceptible de padecer sobretensiones de conmutación (troceador, ondulador, semi-puente rectificador, etc.).

20 El esquema completo del circuito de inhibición de truncamiento de tensión se ha representado en la figura 3, donde V29 es el IGBT de inhibición, de tensión máxima admisible 1,2 kV. El circuito de truncamiento, cuyo umbral de tensión es de 2,2 kV, está constituido por el diodo V34, unas resistencias R11 y R2, unos switches X14 y X13, unos diodos V22 a V1 y la capacidad C1.

Este circuito recibe los pulsos del IGBT de potencia a través de la conexión X20; los transforma tal como se describe en la figura 2 y los aplica al IGBT de inhibición.

X18 es la conexión que va a la rejilla del IGBT de potencia (a través de un circuito auxiliar) mientras que X1 está unido a su colector.

25 El ejemplo particular presentado aquí utiliza el dispositivo en el marco de una disposición en serie directa de interruptores de potencia IGBT. La figura 4 muestra su esquema de aplicación: se trata de un troceador en el cual están dispuestos 3 IGBT (U1: V1, V2, V3) en serie así como dos diodos (U2: V1, V2) en serie. Gracias al dispositivo de inhibición de truncamiento de tensión, la tensión que puede soportar el troceador es igual a 3 x la tensión máxima admisible en cada IGBT, ya sea $3 \times 3,3$ kV = 9,9 kV. Sin el dispositivo de inhibición de truncamiento de tensión, la tensión sería solamente de $3 \times 2,2$ kV = 6,6 kV, lo cual es insuficiente para una red catenaria clásica de 3 kV.

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

35 Esta lista de referencias citadas por el solicitante está prevista únicamente para ayudar al lector y no forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en su realización, no se pueden excluir errores u omisiones y la OEP declina cualquier responsabilidad al respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- JP 06163911 B

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de protección de un interruptor de potencia presente en un convertidor de potencia, asociado a un dispositivo de truncamiento de umbral de tensión, según el cual se garantiza el mantenimiento de la tensión máxima admisible en los bornes del interruptor de potencia inhibiendo la función de truncamiento de umbral de tensión cuando el interruptor de potencia está apagado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que se garantiza el mantenimiento de la tensión máxima admisible en los bornes del interruptor de potencia con ayuda de un interruptor de inhibición colocado entre el dispositivo de truncamiento de umbral de tensión y el control del interruptor de potencia.
- 10 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó la 2, **caracterizado** por el hecho de que se utiliza el mismo control para controlar el interruptor de inhibición y el interruptor de potencia.
- 15 4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** por el hecho de que el flanco de subida del impulso de control del interruptor de inhibición está sincronizado con el del impulso de control del interruptor de potencia y por el hecho de que el flanco de bajada del impulso de control del interruptor de inhibición presenta un retardo con respecto al impulso del interruptor de potencia.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** por el hecho de que dicho retardo está comprendido entre 50 y 500 Ps, preferentemente cercano a 200 Ps.
6. Convertidor de potencia asociado a un dispositivo de truncamiento de tensión que comprende:
- al menos un interruptor de potencia,
 - 20 - un control de dicho interruptor de potencia,
 - un interruptor de inhibición colocado entre el dispositivo de truncamiento de umbral de tensión y el control del interruptor de potencia,
- caracterizado** por el hecho de que dicho control permite controlar a la vez el interruptor de potencia y el interruptor de inhibición para inhibir la función de truncamiento de umbral de tensión cuando el interruptor de potencia está apagado.
- 25 7. Convertidor según la reivindicación 6, **caracterizado** por el hecho de que comprende varios interruptores de potencia dispuestos en serie, estando dichos interruptores asociados a un dispositivo de truncamiento de umbral de tensión.
8. Convertidor según la reivindicación 6 ó la 7, **caracterizado** por el hecho de que el o los interruptores de potencia son unos semi-conductores de régimen lineal de alta tensión tales como unos IGBT de potencia.
- 30 9. Convertidor según la reivindicación 8, **caracterizado** por el hecho de que el interruptor de inhibición está colocado en serie con el dispositivo de truncamiento de tensión, estando el conjunto conectado entre el colector y la rejilla del IGBT de potencia.
10. Convertidor según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado** por el hecho de que el interruptor de inhibición es un semi-conductor de régimen lineal, preferentemente un IGBT, o un semi-conductor de tipo "todo o nada".
- 35 11. Utilización del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 o del convertidor según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11 para la protección contra las sobretensiones para interruptores de potencia presentes en un circuito troceador reductor de tensiones.

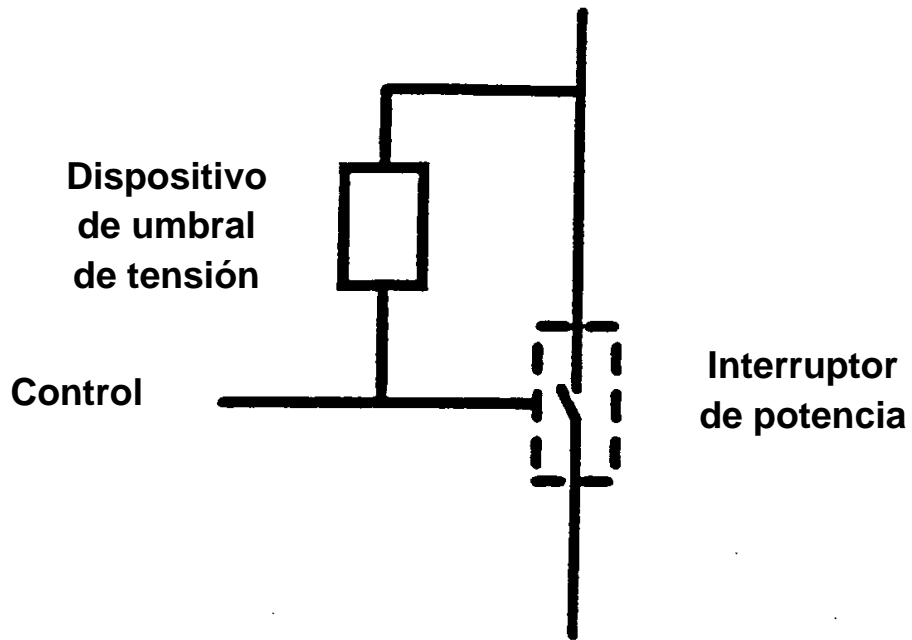


Fig. 1

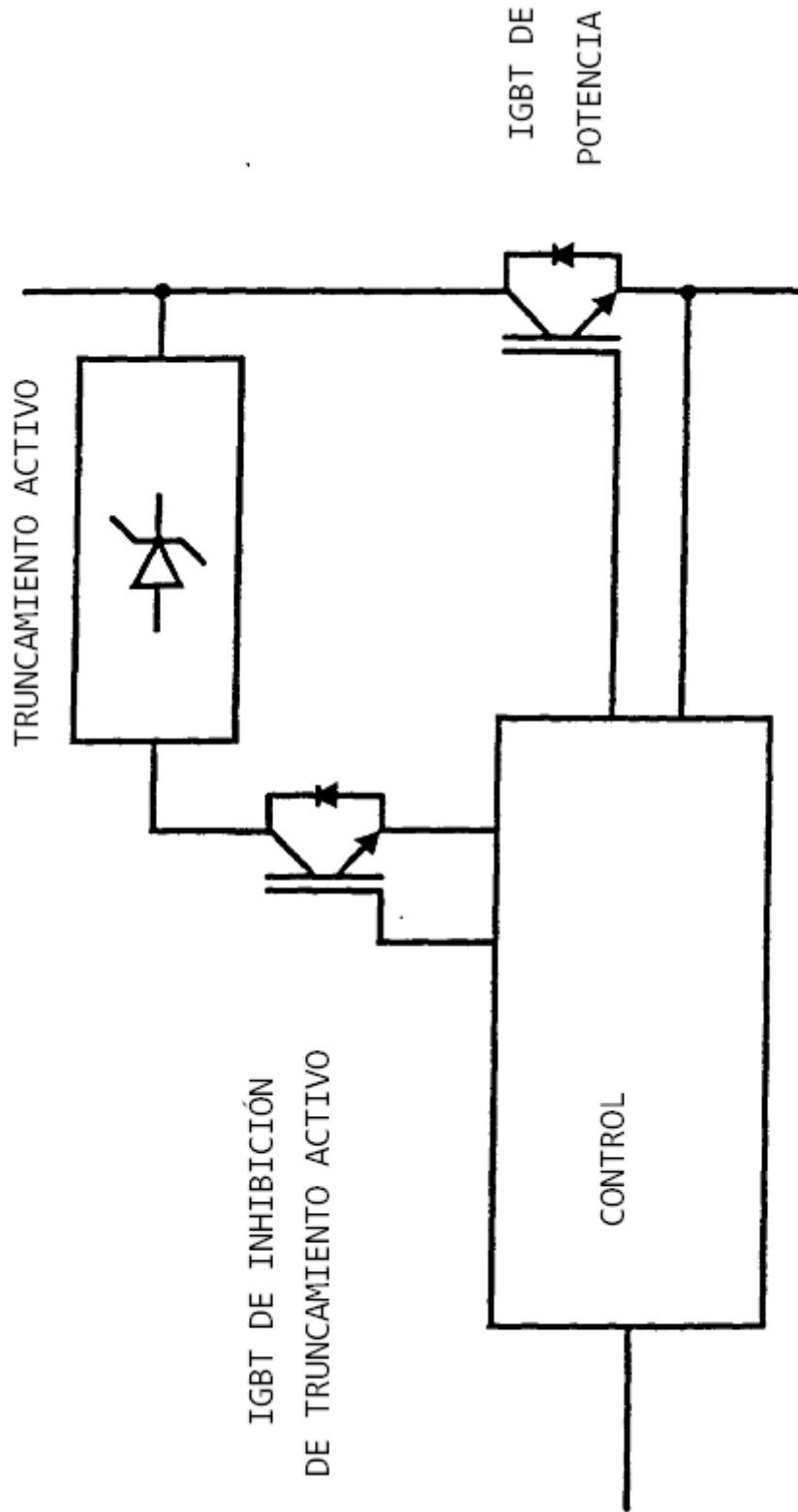


Fig. 2

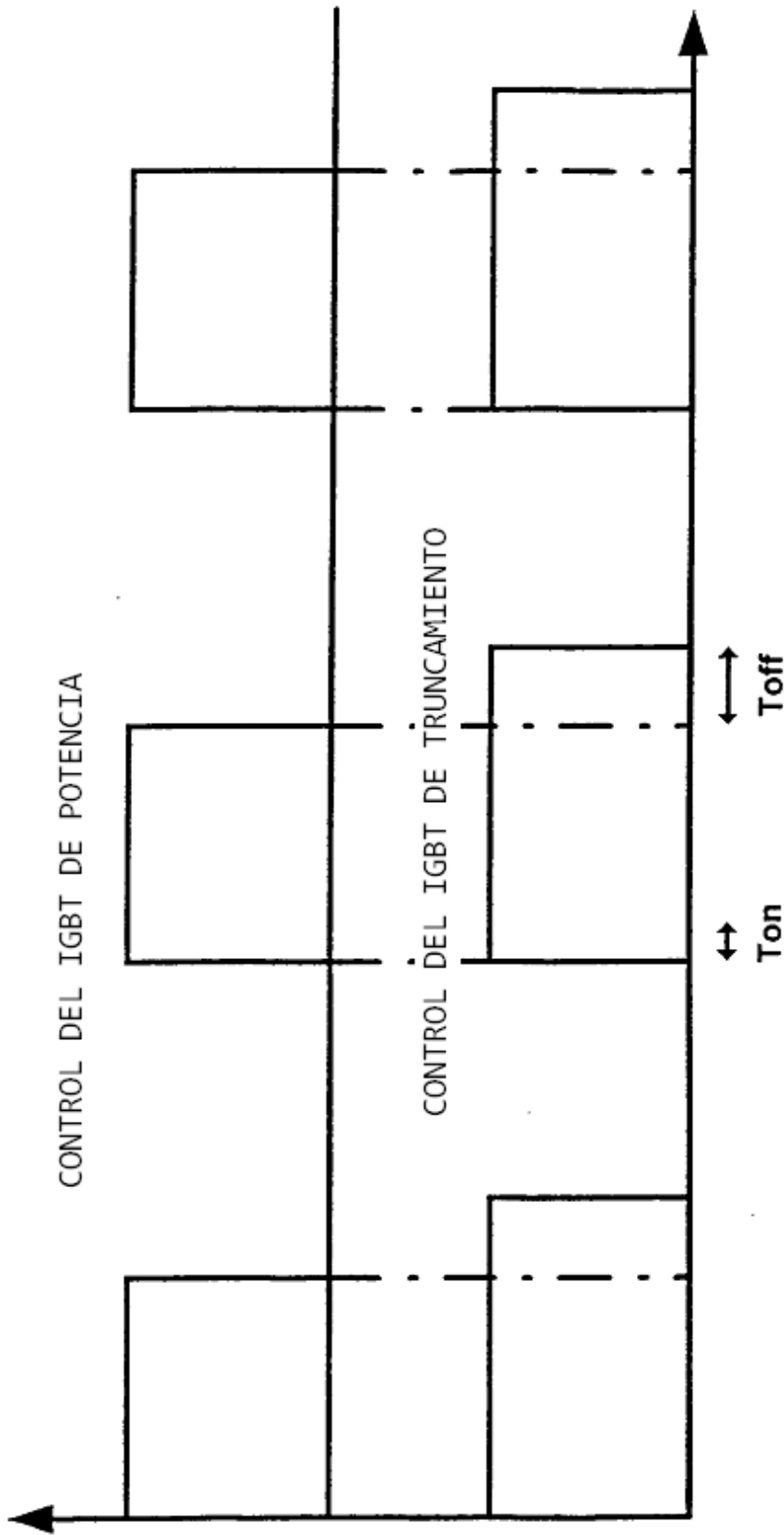


Fig. 3

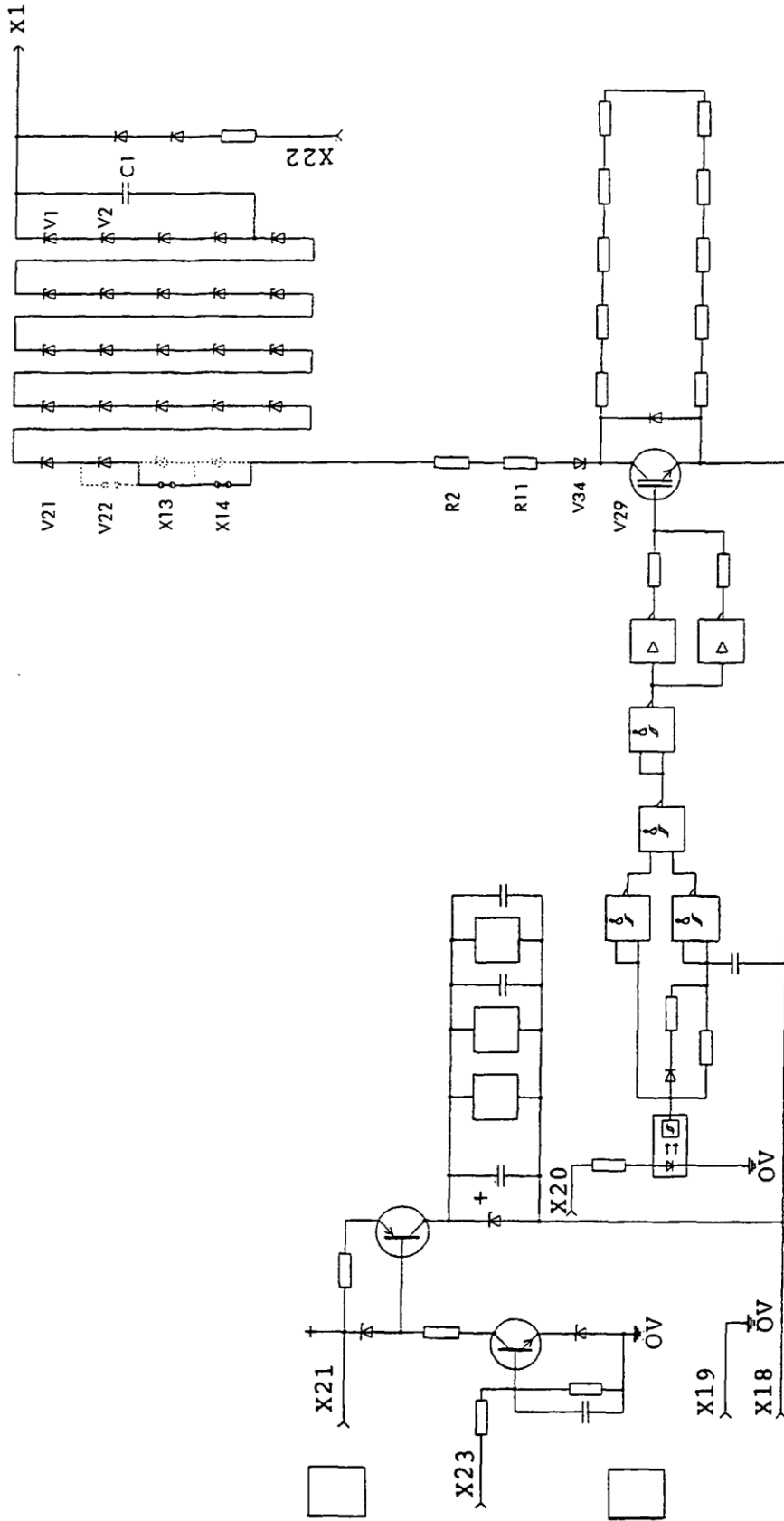


Fig. 4

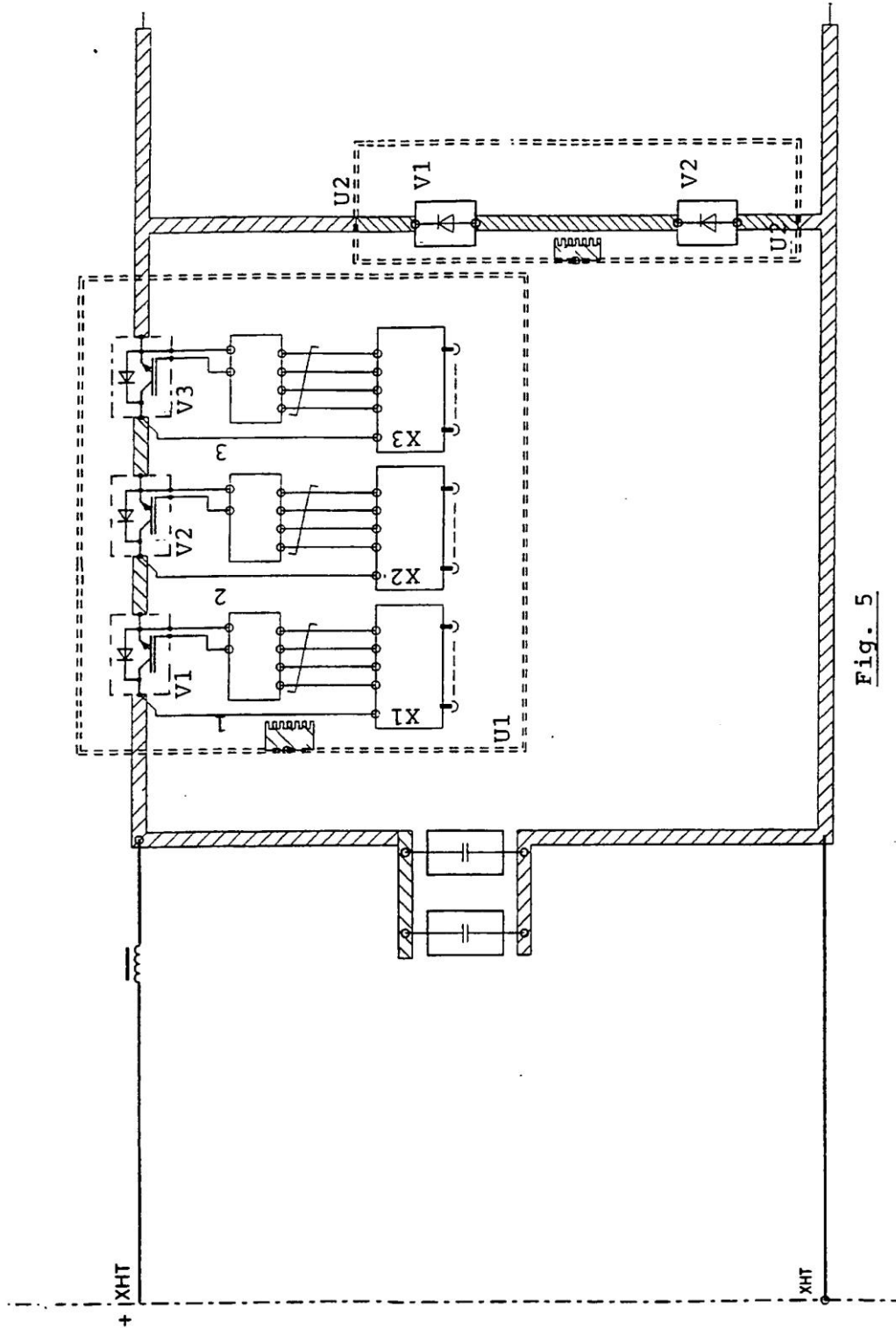


Fig. 5