



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 948**

51 Int. Cl.:

**H02M 1/32** (2006.01)

**H02M 5/458** (2006.01)

**H02H 7/122** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09152672 .3**

96 Fecha de presentación : **12.02.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2093870**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.08.2009**

54

Título: **Dispositivo de protección de un variador de velocidad que incluye una inductancia de filtrado.**

30

Prioridad: **21.02.2008 FR 08 51102**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**11.11.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**11.11.2011**

73

Titular/es:  
**SCHNEIDER TOSHIBA INVERTER EUROPE S.A.S.**  
**33, rue André Blanchet**  
**27120 Pacy sur Eure, FR**

72

Inventor/es: **Baudesson, Philippe**

74

Agente: **Polo Flores, Carlos**

**ES 2 367 948 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).

## DESCRIPCION

Dispositivo de protección de un variador de velocidad que incluye una inductancia de filtrado.

5 La presente invención se refiere a un variador de velocidad dotado de un dispositivo de protección contra las sobretensiones generadas por sobretensiones o subtensiones en la red eléctrica de suministro.

De forma conocida, un variador de velocidad está conectado a la red eléctrica de alimentación y destinado para controlar una carga eléctrica. Comprende a la entrada un módulo rectificador de tensión que transforma una tensión alterna proporcionada por la red eléctrica en una tensión continua y que suministra río abajo a un bus de potencia dotado de una línea positiva y de una línea negativa. Un condensador de filtrado, llamado corrientemente condensador de bus, está montado entre un borne positivo y un borne negativo del bus de potencia. A la salida, el variador comprende un módulo ondulator alimentado por el bus de potencia, permitiendo generar, a partir de la tensión continua, una tensión alterna que puede ser de amplitud y de frecuencia variables utilizando interruptores electrónicos por ejemplo de tipo transistor IGBT controlados por Modulación de Impulsos en duración (MLI ó PWM).

Además, con el fin de limitar el porcentaje de armónicos de distorsión de corriente (llamado THDi) a la entrada del variador, el variador puede comprender una inductancia de filtrado (llamada "DC choke") situada en el bus continuo entre el módulo rectificador y el condensador del bus de potencia.

La red eléctrica de suministro puede experimentar diferentes tipos de perturbaciones tales como sobretensiones o subtensiones. Las perturbaciones pueden ser de fuerte amplitud y de corta duración, por consiguiente débilmente energizantes o de poca amplitud y de larga duración, por consiguiente fuertemente energizantes. Si las perturbaciones son fuertemente energizantes, algunos componentes del variador como los diodos del módulo rectificador, el condensador de bus o los transistores del módulo ondulator pueden deteriorarse.

El documento FR2538187 describe un dispositivo de alimentación de corriente para un aparato que utiliza corriente alterna. Comprende un ondulator, un rectificador, un desconector y un circuito de filtrado. El dispositivo descrito permite particularmente proteger el ondulator contra las sobretensiones.

El fin de la invención es por consiguiente proponer un variador de velocidad que permita absorber las perturbaciones de la red eléctrica sin dañado.

35 Este fin se logra mediante un variador de velocidad que comprende:  
en la entrada, un módulo rectificador para generar en un bus de potencia una tensión continua a partir de una tensión alterna disponible en una red eléctrica de suministro,

- un condensador de bus conectado entre una línea positiva y una línea negativa del bus de potencia, y
- 40 - un módulo ondulator alimentado por el bus de potencia y controlado para proporcionar una tensión alterna a una carga eléctrica,
- un interruptor electrónico colocado en el bus de potencia entre el módulo rectificador y el condensador de bus,
- 45 - un diodo conectado entre la línea negativa y la línea positiva del bus de potencia, entre el interruptor electrónico y la inductancia de filtrado,
- medios de control del interruptor electrónico,
- un dispositivo de protección del variador contra las sobretensiones relacionadas con variaciones de tensión en la red eléctrica de alimentación.

50 caracterizado porque comprende:

- una inductancia de filtrado conectada a la línea positiva del bus de potencia en serie entre el interruptor electrónico y el condensador de bus.

55 Según una particularidad, el dispositivo de protección está montado en la línea positiva del bus de potencia.

De preferencia, el interruptor electrónico utilizado es un transistor de tipo JFET normalmente cerrado, realizado en carburo de silicio.

60 Según otra particularidad, los medios de control del transistor JFET están conectados entre la línea positiva y la línea negativa del bus de potencia. Estos medios de control comprenden por ejemplo un circuito de bomba de carga apto para aplicar una tensión de control al transistor JFET.

65 Según otra particularidad, los medios de control comprenden medios de memorización que memorizan un valor de umbral para la tensión medida en los bornes del transistor JFET por encima del cual el transistor JFET es controlado en la apertura por los medios de control. Los medios de memorización memorizan igualmente un valor umbral para

la tensión medida entre la línea positiva y la línea negativa del bus de potencia por encima del cual el transistor JFET es controlado en la apertura.

Según otra particularidad, el variador comprende además un dispositivo para proteger el módulo rectificador contra las sobretensiones. Este dispositivo para proteger el módulo rectificador contra las sobretensiones comprende un transistor de limitación de tipo JFET normalmente cerrado y un diodo Zener conectados los dos en paralelo entre la línea positiva y la línea negativa del bus de potencia. Como variante, este dispositivo para proteger el módulo rectificador contra las sobretensiones puede comprender una varistancia de tipo GMOV conectada entre la línea positiva y la línea negativa del bus de potencia.

Otras características y ventajas aparecerán en la descripción detallada que sigue haciendo referencia a un modo de realización dado a título de ejemplo y representado por los dibujos adjuntos en los cuales la figura 1 representa de forma simplificada un variador de velocidad dotado del dispositivo de protección de la invención.

Haciendo referencia a la figura 1, un variador de velocidad 1 comprende una fuente de tensión continua que alimenta un bus de potencia con una tensión continua  $V_{dc}$  ( $V_{cc}$ ) (por ejemplo del orden de 200 a 800  $V_{cc}$  o más, según las condiciones de utilización). El bus de potencia está compuesto por una línea positiva 10 y por una línea negativa 11. Un condensador de bus  $C_b$  es habitualmente utilizado para mantener constante la tensión continua  $V_{dc}$  ( $V_{cc}$ ) del bus de potencia. Este condensador de bus  $C_b$  está conectado entre un borne positivo y un borne negativo del bus de potencia y es generalmente de tipo electrolítico.

En la figura 1, el variador 1 comprende en la entrada un módulo rectificador 12 que está destinado para rectificar una tensión trifásica alterna procedente de una red de alimentación exterior A (por ejemplo una red eléctrica trifásica de 380Vac ( $V_{ca}$ )). Este módulo rectificador 12 utiliza ventajosamente diodos 120 que son más económicos y más fiables que los tiristores.

El variador de velocidad 1 comprende seguidamente a la salida un módulo ondulatorio 13 que permite, a partir del bus de potencia, controlar una carga eléctrica 2 con una tensión alterna que puede ser de amplitud y de frecuencia variables. El módulo ondulatorio 13 utiliza para ello un control por Modulación de Impulsos en duración (MLI ó PWM) para controlar interruptores electrónicos de potencia 130 montados en cada fase. Estos interruptores son transistores de potencia, por ejemplo de tipo IGBT, controlados por un módulo de control, no representado en la figura 1. En la figura 1, el módulo ondulatorio 13 comprende tres brazos para proporcionar una tensión alterna trifásica a la carga eléctrica 2, estando cada brazo dotado de dos transistores de potencia en serie entre un borne positivo y un borne negativo del bus de potencia, o sea un total de seis transistores de potencia.

El variador comprende igualmente una inductancia de filtrado  $L_1$  ("DC Choke") montada en la línea positiva 10 del bus de potencia, entre el módulo rectificador 12 y el condensador de bus  $C_b$ . Esta inductancia de filtrado sirve para limitar el porcentaje de armónicos de distorsión en corriente ("THDi") en la entrada del variador.

La invención consiste en colocar un dispositivo de protección 14 en el variador para protegerlo contra las sobreintensidades relacionadas con variaciones de tensión en la red eléctrica de suministro A.

Estas sobreintensidades pueden ser generadas por dos fenómenos distintos:

- en una sobretensión, se produce un fuerte salto de corriente en el condensador de bus  $C_b$  lo cual puede causar el deterioro del puente de diodos del módulo rectificador 12 y una fuerte sobretensión en el bus de potencia lo cual puede producir el deterioro del módulo ondulatorio 13 y del condensador de bus  $C_b$ ,
- en un retorno a la normalidad, después de una subtensión, se produce igualmente un fuerte salto de la corriente en el condensador de bus  $C_b$  lo cual puede causar el deterioro del puente de diodos del módulo rectificador 12.

Por consiguiente es necesario limitar la corriente de salto en el módulo rectificador 12 para preservarlo de una sobretensión o después de una subtensión que aparezca en la red A.

Para ello el dispositivo 14 de la invención comprende particularmente un primer interruptor electrónico por ejemplo de tipo JFET, MOSFET o IGBT normalmente abierto o normalmente cerrado.

Preferentemente, el primer interruptor electrónico utilizado está realizado en un material con gran energía de banda prohibida (llamado igualmente "matériau à grand gap" o "wide-band gap material") (material de espacio grande), es decir que presenta una baja resistencia al estado conductor  $R_{dson}$  y capaz de soportar tensiones importantes (superiores a 1000 V), como por ejemplo carburo de silicio (SiC) o nitruro de galio (GaN).

Este primer interruptor electrónico es preferentemente de tipo JFET. Un transistor JFET es un interruptor electrónico de potencia conocido que comprende una Rejilla de control (G) cuya función es permitir o no el paso de una corriente entre un Drenaje (D) y una Fuente (S). Un transistor de este tipo se dice de tipo normalmente cerrado (o "Normalmente ON") si la tensión  $V_{GS}$  entre la Rejilla y la Fuente está próxima a cero. Eso significa que la vía

Drenaje-Fuente es pasante o conductora en ausencia de tensión de control  $V_{GS}$ . Al contrario un transistor JFET se dice de tipo normalmente abierto (o "normalmente OFF") si la vía Drenaje-Fuente no es conductora en ausencia de tensión  $V_{GS}$  entre Rejilla y Fuente.

5 Además, sucede que un interruptor electrónico de tipo transistor JFET normalmente cerrado ofrece mejores rendimientos que otros tipos de interruptores electrónicos de potencia controlados en tensión, tales como los MOSFET, IGBT o incluso interruptores de tipo JFET normalmente abierto. En efecto, un interruptor de este tipo presenta particularmente las ventajas de ser más rápido de conmutar, de generar menos pérdidas en conducción en el estado conductor (baja resistencia  $R_{Dson}$  en estado conductor), tener un mejor comportamiento en temperatura y tener un tamaño más pequeño.

15 El dispositivo 14 de protección de la invención comprende por consiguiente preferentemente un transistor JFET T1, particularmente cerrado, realizado en un material de gran energía de banda prohibida como el carburo de silicio o el nitruro de galio. El transistor T1 está montado en la línea positiva 10 del bus de potencia en serie entre el módulo rectificador 12 y la inductancia de filtrado L1. El dispositivo comprende igualmente un diodo D1 montado entre el línea negativa 11 y la línea positiva 10 del bus de potencia, en paralelo respecto al condensador de bus Cb, entre el transistor T1 y la inductancia de filtrado L1. Este diodo D1 está orientado conductor de la línea negativa 11 hacia la línea positiva 10 del bus de potencia.

20 El dispositivo de la invención comprende medios de control 140 del transistor T1. Estos medios de control 140 comprenden particularmente medios de tratamiento para decidir la conmutación del transistor T1, medios de memorización y una alimentación destinada para el control del transistor T1. La alimentación utilizada es por ejemplo un circuito bomba de carga ("charge pump circuit" en inglés) que comprende por ejemplo un condensador que se carga a partir del bus de potencia en la pre-carga del circuito y un diodo Zener montado en paralelo al condensador. El circuito bomba de carga destinado para el control del transistor T1 toma su fuente de la Fuente del transistor T1. Resulta igualmente posible utilizar una alimentación externa aislada para controlar el transistor T1 pero en este caso los medios de control 140 no son ya alimentados directamente a partir del bus de potencia y el circuito no es por consiguiente ya autónomo. En este caso, se podría considerar utilizar un transistor JFET T1 de tipo normalmente abierto. Los medios de control comprenden igualmente un monoestable disparado cuando el transistor T1 está controlado en la apertura con el fin de hacer pasar de nuevo el transistor T1 al estado cerrado al cabo de un tiempo t determinado.

35 El variador 1 comprende además un condensador de desacoplamiento Cd conectado entre la línea positiva 10 y la línea negativa 11 del bus de potencia, río abajo del módulo rectificador 12 y río arriba del dispositivo de protección 14. Este condensador de desacoplamiento Cd sirve para limitar las puntas, en un tiempo limitado, de las fuertes sobretensiones que aparecen en la red eléctrica de suministro A.

Según que el variador 1 se encuentre en pre-carga al inicio, experimenta una sobretensión de red o una subtensión, el dispositivo de protección 14 del variador 1 funciona de la forma siguiente:

40 - Al inicio:

45 El transistor T1 es inicialmente conductor. Su resistencia en el estado conductor ( $R_{dson}$ ) es muy baja. La tensión V medida en los bornes del transistor T1 es por consiguiente igualmente muy baja.

50 El transistor T1 pasa al estado de limitación en cuanto que la corriente que lo atraviesa se vuelve superior a su corriente de limitación. La corriente de limitación es suficiente para cargar el condensador del circuito de bomba de carga del transistor T1. Una vez que este condensador está cargado, los medios de control 140 disponen de suficiente energía para controlar el transistor T1. Después, se trata de cargar el condensador de bus Cb utilizando la inductancia de filtrado L1.

55 Durante la carga del condensador de bus Cb, la corriente que circula a través del transistor T1 aumenta rápidamente hasta que el transistor T1 pasa al estado de limitación. La resistencia del transistor T1 aumenta entonces para limitar la corriente lo cual produce un aumento de la tensión V medida en los bornes del transistor T1. Si la tensión V en los bornes del transistor T1 sobrepasa un valor umbral S1 memorizado, por ejemplo fijado en 3 Voltios, entonces los medios de control aplican una tensión de control en el transistor T1 para pilotarlo en la apertura. El monoestable, por ejemplo con un período de tiempo t de 1 ms, se dispara cuando el transistor T1 está controlado en la apertura y permite hacer pasar de nuevo el transistor T1 al estado cerrado al cabo de un tiempo t determinado. Durante el tiempo t del monoestable, el transistor T1 está por consiguiente en estado abierto. La energía que ha sido almacenada por la inductancia de filtrado L1 es entonces restituida para cargar el condensador de bus Cb por medio del diodo D1 que funciona entonces como un diodo de rodamiento libre. El monoestable está dimensionado para asegurarse un tiempo suficiente para descargar la inductancia de filtrado en el condensador de bus Cb. Cuando el tiempo t del monoestable ha terminado, el transistor T1 es pilotado en el cierre cortando su alimentación y un nuevo ciclo de carga/descarga de la inductancia de filtrado L1 puede comenzar como se ha descrito anteriormente si la tensión V medida en los bornes del transistor T1 vuelve a pasar por encima del valor umbral S1.

65 Al cabo de algunos ciclos, el condensador de bus Cb está completamente cargado. El número de ciclos depende del

valor de la inductancia de filtrado L1. Puede ser preferible limitar el número de ciclos de conmutación del transistor T1 con el fin de evitar generar demasiadas perturbaciones y tener demasiada energía que disipar en cada conmutación.

- 5 Cuando la tensión V medida en los bornes del transistor T1 se mantiene por debajo del valor umbral S1, el transistor T1 permanece en estado cerrado.

- Sobretenación de red

- 10 Cuando se produce la sobretenación, sucede un fuerte salto de corriente en el condensador de bus Cb. La corriente que pasa por el transistor T1 aumenta por consiguiente rápidamente hasta que el transistor T1 pasa al estado de limitación. La resistencia del transistor T1 aumenta entonces para limitar la corriente lo cual produce un aumento de la tensión V medida en los bornes del transistor T1. Si la tensión V en los bornes del transistor T1 sobrepasa el valor umbral S1 memorizado, por ejemplo fijado en 3 Voltios, entonces los medios de control aplican una tensión de control en el transistor T1 para pilotarlo en la apertura.

- 15 El monoestable, por ejemplo con un tiempo t de 1 ms, se dispara cuando el transistor T1 está controlado en la apertura y permite hacer pasar de nuevo el transistor T1 al estado cerrado al cabo de un tiempo determinado. Durante el tiempo t del monoestable, el transistor T1 se encuentra por consiguiente en estado abierto. La energía almacenada entonces por la inductancia de filtrado L1 es restituida para cargar el condensador de bus Cb por medio del diodo D1 que funciona entonces como un diodo de rodamiento libre. El monoestable está calculado para asegurarse un tiempo suficiente para descargar la inductancia de filtrado L1. Cuando el tiempo t del monoestable ha terminado, el transistor T1 es pilotado para el cierre y un nuevo ciclo de carga/descarga de la inductancia de filtrado L1 puede comenzar como se ha descrito anteriormente. Con la ayuda del transistor T1, la inductancia de filtrado L1 sirve así para absorber las sobreintensidades generadas por la sobretenación.

- 20 Cuando la sobretenación ha concluido, la tensión medida en los bornes del transistor T1 se mantiene bajo el valor de umbral S1 y el transistor T1 permanece en estado cerrado. Es posible reducir la corriente máxima de limitación bajando el valor de umbral S1. El transistor T1 es entonces controlado en la apertura antes de que pase en limitación, siendo la tensión en sus bornes proporcional al producto de su resistencia en el estado conductor y de la corriente que lo atraviesa.

- 25 Además, en caso de sobretenación, si la tensión Vdc (Vcc) medida en los bornes del condensador de bus Cb sobrepasa un segundo valor de umbral determinado S2, por ejemplo fijado en 750 Voltios, el transistor T1 está controlado automáticamente para la apertura con el fin de proteger en tensión el condensador de bus Cb y la fase onduladora.

- Subtención de red

- 30 Durante una subtención en la red de alimentación del variador, el transistor T1 se cierra y el condensador de bus Cb se descarga si una carga eléctrica 2 está presente en el ondulador o no se descarga si ninguna carga eléctrica 2 está presente en el ondulador. Al término de la subtención, en el retorno a una tensión normal, si el condensador de bus Cb no ha sido descargado, ningún salto de corriente se produce. Por el contrario, si durante la subtención, el condensador de bus Cb se descarga para alimentar la carga eléctrica 2, el condensador de bus Cb debe recargarse al retorno a una tensión normal, lo cual produce un fuerte salto de corriente a través de la inductancia de filtrado L1 y el condensador de bus Cb. El funcionamiento es entonces idéntico al descrito para el inicio y la sobretenación, es decir que el transistor T1 pasa en limitación y luego es controlado en la apertura cuando la tensión V medida en sus bornes se vuelve superior al valor umbral S1. La inductancia L1 puede entonces descargarse en el condensador de bus Cb durante el tiempo t del monoestable. Después del final del tiempo t del monoestable, el transistor T1 es controlado en el cierre para alimentar la inductancia de filtrado L1. Ciclos sucesivos de apertura/cierre del transistor T1 son realizados mientras la tensión V en los bornes del transistor T1 vuelva a pasar por encima del valor umbral S1 y por consiguiente mientras el retorno de subtención no haya sido absorbido.

- 35 La descripción anteriormente indicada de las diferentes secuencias de control está realizada partiendo de un dispositivo de protección dotado de un transistor T1 normalmente cerrado. Sin embargo, la misma debe comprenderse de forma idéntica con la utilización de un transistor T1 de tipo normalmente abierto. Sin embargo, en este caso, una alimentación aislada específica es necesaria en los medios de control para controlar el transistor T1 normalmente abierto.

- 40 Según la invención, este dispositivo es adecuado cuando el variador 1 comprende una inductancia de filtrado L1 ("DC choke") en el bus de potencia y cuando el condensador de bus presenta una capacidad de fuerte valor (por ejemplo superior a 80µF por kW).

- 45 Esta solución única tiene sin embargo el inconveniente de crear una fuerte variación de intensidad (fuerte di/dt) a nivel del módulo rectificador 12 cuando el transistor T1 es controlado en la apertura en una sobretenación. Las inductancias de entrada o inductancia de línea (no representadas en la figura 1) del variador 1 experimentan

entonces una fuerte sobretensión transitoria lo cual puede producir la rotura del puente de diodos del módulo rectificador 12.

5 Con el fin de disipar la energía así producida, es posible utilizar la característica de alud del transistor T1. El transistor T1 se vuelve entonces conductor automáticamente si la tensión  $V$  en sus bornes sobrepasa su umbral de alud. Si la tensión en los bornes del condensador de bus alcanza los 700 Voltios y cuando los diodos del módulo rectificador están previstos para soportar una tensión de 1600 Voltios, el transistor T1 debe por ejemplo dimensionarse con un umbral de alud fijado en los 800 Voltios. Sin embargo, el transistor T1 debe igualmente dimensionarse para poder absorber una fuerte energía procedente de la red A, la cual es proporcional a la inductancia de línea de la red.

10 En variante, para disipar la energía producida, se puede de preferencia añadir en paralelo respecto al condensador de desacoplado  $C_d$ , una varistancia de tipo GMov M1 (mostrada con líneas de trazo interrumpido) o un transistor JFET T3 normalmente abierto dotado en paralelo con un diodo Zener Z1. El transistor T3 estará por ejemplo controlado en el cierre utilizando su característica de alud o con la ayuda de un control específico.

## REIVINDICACIONES

1. Variador de velocidad que comprende:

- 5
- en la entrada, un módulo rectificador (12) para generar en un bus de potencia (10, 11) una tensión continua a partir de una tensión alterna disponible en una red eléctrica de suministro (A),
  - un condensador de bus (Cb) conectado entre una línea positiva y una línea negativa del bus de potencia, y destinado para mantener constante la tensión continua en el bus de potencia, y
  - un módulo ondulator (13) alimentado por el bus de potencia y controlado para proporcionar una tensión alterna a una carga eléctrica (2),
- 10
- un interruptor electrónico (T1) colocado en el bus de potencia entre el módulo rectificador (12) y el condensador de bus (Cb),
  - un diodo conectado entre la línea negativa y la línea positiva del bus de potencia, entre el interruptor electrónico y la inductancia de filtrado (L1),
- 15
- medios de control (140) del interruptor electrónico,
  - un dispositivo de protección (14) del variador contra las sobretensiones relacionadas con variaciones de tensión en la red eléctrica de suministro (A).

caracterizado porque comprende:

- 20
- una inductancia de filtrado (L1) conectada en la línea positiva del bus de potencia en serie entre el interruptor electrónico (14) y el condensador de bus (Cb).

2. Variador según la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo de protección (14) está montado en la línea positiva (10) del bus de potencia.

25

3. Variador según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el interruptor electrónico es un transistor (T1) de tipo JFET.

4. Variador según la reivindicación 3, caracterizado porque el transistor JFET (T1) está realizado en carburo de silicio.

30

5. Variador según la reivindicación 3 ó 4, caracterizado porque el transistor JFET (T1) está normalmente cerrado.

6. Variador según una de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado porque los medios de control (140) del transistor JFET (T1) están conectados entre la línea positiva (10) y la línea negativa (11) del bus de potencia.

35

7. Variador según la reivindicación 6, caracterizado porque los medios de control (140) comprenden un circuito de bomba de carga apto para aplicar una tensión de control al transistor JFET.

40

8. Variador según una de las reivindicaciones 3 a 7, caracterizado porque los medios de control (140) comprenden medios de memorización que memorizan un valor de umbral (S1) para la tensión (V) medida en los bornes del transistor JFET (T1) por encima del cual el transistor JFET (T1) está controlado para la apertura por los medios de control (140).

45

9. Variador según una de las reivindicaciones 3 a 8, caracterizado porque los medios de control (140) comprenden medios de memorización que memorizan un valor de umbral (S2) para la tensión medida entre la línea positiva (10) y la línea negativa (11) del bus de potencia por encima del cual el transistor JFET (T1) está controlado para la apertura.

50

10. Variador según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque comprende además un dispositivo para proteger el módulo rectificador (12) contra las sobretensiones.

11. Variador según la reivindicación 10, caracterizado porque el dispositivo para proteger el módulo rectificador (12) contra las sobretensiones comprende un transistor de limitación (T3) de tipo JFET normalmente cerrado y un diodo Zener (Z1) conectados los dos en paralelo entre la línea positiva (10) y la línea negativa (11) del bus de potencia.

55

12. Variador según la reivindicación 10, caracterizado porque el dispositivo para proteger el módulo rectificador (12) contra las sobretensiones comprende una varistancia (M1) de tipo GMOV conectada entre la línea positiva (10) y la línea negativa (11) del bus de potencia.

60

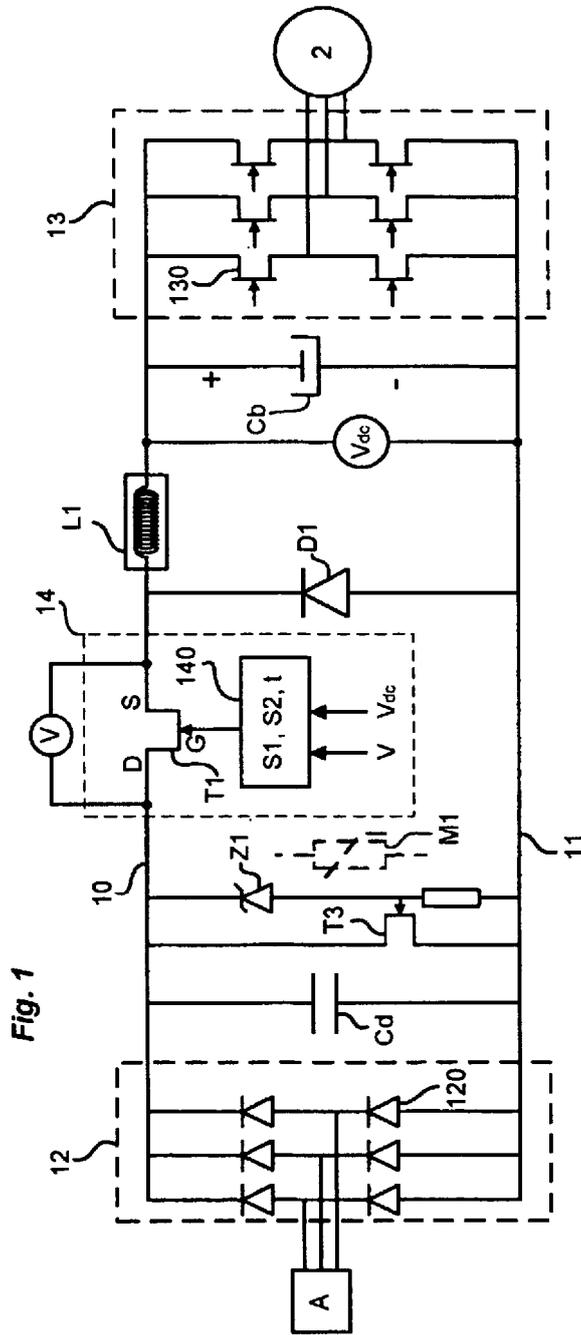


Fig. 1

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

*Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha tenido gran cuidado al recopilar las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones, y la OEP renuncia a cualquier obligación a este respecto.*

**Documentos patentes citados en la descripción**

- FR 2538187 [0005]