

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 568 756**

51 Int. Cl.:

**H02M 7/493** (2007.01)  
**H02M 1/00** (2006.01)  
**H02P 27/06** (2006.01)  
**H02P 3/18** (2006.01)  
**H02P 3/22** (2006.01)  
**H02M 1/32** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2013 E 13703375 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2016 EP 2815501**

54 Título: **Módulo de regeneración de energía eléctrica para variador de velocidad**

30 Prioridad:

**13.02.2012 FR 1251297**

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

**04.05.2016**

73 Titular/es:

**SCHNEIDER TOSHIBA INVERTER EUROPE SAS  
(100.0%)  
33, rue André Blanchet  
27120 Pacy sur Eure, FR**

72 Inventor/es:

**BOULHARTS, HOCINE;  
CONRATH, CHRISTIAN y  
VANG, HEU**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 568 756 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**

Módulo de regeneración de energía eléctrica para variador de velocidad

**Campo técnico de la invención**

5 La presente invención se refiere a un módulo de regeneración de energía eléctrica para variador de velocidad. La invención también se refiere a un sistema de control que consta de un variador de velocidad y del módulo de regeneración de energía eléctrica de la invención.

**Estado de la técnica**

10 De manera conocida, un variador de velocidad está destinado al control de una carga eléctrica. Consta de tres fases de entrada conectadas a una red de distribución eléctrica, de una etapa rectificadora que consta de un puente de diodos destinado a convertir la tensión alterna suministrada por la red en una tensión continua, de un bus de corriente continua de alimentación conectado a la etapa rectificadora, de un condensador de bus destinado a mantener la tensión del bus en un valor continuo y de una etapa inversora conectada aguas abajo del bus de corriente continua de alimentación y destinado a convertir la tensión continua en una tensión variable que hay que aplicar a la carga eléctrica.

15 La fase de frenado de la carga eléctrica libera energía eléctrica que se devuelve al bus de corriente continua de alimentación del variador de velocidad. Esta energía eléctrica recuperada se puede gestionar de diferentes formas. Una primera forma consiste en disiparla en una resistencia de frenado, una segunda forma consiste en almacenarla en un banco capacitivo de modo que se pueda reutilizar posteriormente, una tercera forma consiste en devolverla a la red de distribución eléctrica y una última forma consiste en devolver la energía eléctrica hacia otros aparatos conectados al bus DC.

20 En esta tercera forma de gestionar la energía eléctrica generada durante el frenado de la carga eléctrica, se han considerado diferentes topologías de variador de velocidad. Estas topologías precisan, por norma general, modificar la configuración clásica del variador de velocidad tal como se ha descrito con anterioridad, por ejemplo dotándola de una etapa rectificadora activa.

25 Se conocen de los documentos EP 1614110, US 2005122082, FR 2737946, JP 2004248383 unas arquitecturas que permiten recuperar la energía de frenado de un variador de velocidad existente. Las diferentes arquitecturas presentadas en estos documentos constan de un primer convertidor de tipo elevador o "flyback" que realiza una conversión fuente de tensión DC (es decir continua)/fuente de tensión DC. En la salida de este convertidor están colocados uno o varios condensadores. Un segundo convertidor realiza la conversión fuente de tensión DC/fuente de corriente AC. Al ser la red una fuente de tensión, es necesario añadir una inductancia entre el segundo convertidor y la red.

30 Estas arquitecturas no son óptimas ya que precisan el empleo de dos inductancias, una inductancia en el lado de la red y una inductancia para el primer convertidor de tensión.

35 El objetivo de la invención es, por lo tanto, proponer un módulo de regeneración de energía eléctrica que se puede adaptar a un variador de velocidad clásico, sin modificar la estructura de este último. Además, esta solución se optimiza desde un punto de vista de coste y dimensiones.

**Descripción de la invención**

Este objetivo se consigue mediante un módulo de regeneración de energía eléctrica destinado a adaptarse a un variador de velocidad, constando dicho variador de velocidad de:

- 40
- tres fases de entrada conectadas a una red de distribución eléctrica,
  - una etapa rectificadora conectada a las tres fases de entrada,
  - un bus de corriente continua de alimentación que consta de una primera línea de alimentación y de una segunda línea de alimentación,
  - una etapa inversora destinada a conectarse a una carga eléctrica,
- 45 constando dicho módulo de:
- un primer borne de entrada y un segundo borne de entrada destinados a conectarse cada uno en una línea de alimentación del bus de corriente continua de alimentación del variador de velocidad,
  - tres bornes de salida destinados a conectarse en las tres fases de entrada del variador de velocidad,
  - un convertidor de tensión conectado a los dos bornes de entrada y que comprende una inductancia de modo que forme una fuente de corriente para controlar la corriente de frenado de la carga eléctrica,
- 50
- un circuito de derivación conectado en serie con dicha inductancia y destinado a derivar la corriente de frenado hacia uno de los tres bornes de salida.

En la presente invención, el circuito de derivación que realiza una conversión de tipo tensión AC en corriente DC se conecta de este modo directamente a una inductancia. Este no era el caso en las soluciones anteriores. La solución

de la invención permite, por lo tanto, limitar el número de inductancias empleadas, por lo tanto reducir el coste y las dimensiones del módulo.

Según una particularidad, el convertidor de tensión y el circuito de derivación constan de unos interruptores controlados en una frecuencia sincronizada con la frecuencia de la red de distribución eléctrica.

5 Según otra particularidad, el convertidor de tensión es de tipo reductor o de tipo reductor-elevador.

Según otra particularidad, el convertidor de tensión se puede realizar en forma de una topología con múltiples niveles.

Según otra particularidad, el convertidor de tensión consta de una inductancia y de un brazo de conmutación conectado a dicha inductancia.

10 Según una primera forma de realización, el circuito de derivación consta de un primer grupo de tres interruptores que están conectados cada uno al segundo borne de entrada y a un borne de salida distinto, y de un segundo grupo de tres interruptores que están conectados cada uno a la inductancia y a un borne de salida distinto.

Según una segunda forma de realización, el circuito de derivación consta de un primer grupo de tres interruptores que están conectados cada uno al primer borne de entrada y a un borne de salida distinto, y de un segundo grupo de tres interruptores que están conectados cada uno a la inductancia y a un borne de salida distinto.

15

Según otra particularidad, el módulo consta de un dispositivo de filtrado de tipo RC.

La invención también se refiere a un sistema de control que consta de un variador de velocidad, comprendiendo dicho variador de velocidad:

- 20 - tres fases de entrada conectadas a una red de distribución eléctrica,
- una etapa rectificadora conectada a las tres fases de entrada,
- un bus de corriente continua de alimentación que consta de una primera línea de alimentación y de una segunda línea de alimentación,
- una etapa inversora destinada a conectarse a una carga eléctrica,
- 25 - un módulo de regeneración de energía eléctrica como se ha definido con anterioridad, estando dicho módulo destinado a adaptarse al variador de velocidad.

### **Breve descripción de las figuras**

Se mostrarán otras características y ventajas en la descripción detallada que viene a continuación en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

- 30 - la figura 1 representa el esquema de un variador de velocidad,
- la figura 2 representa, según una primera variante de realización, el módulo de regeneración de energía eléctrica adaptable al variador de velocidad de la figura 1,
- 35 - la figura 3 representa, según una segunda variante de realización, el módulo de regeneración de energía eléctrica adaptable al variador de velocidad de la figura 1,
- la figura 4 representa, según una tercera variante de realización, el módulo de regeneración de energía eléctrica adaptable al variador de velocidad de la figura 1,
- 40 - la figura 5 representa un cuadro sinóptico de control del convertidor de tensión empleado en el módulo de regeneración de energía eléctrica de la invención,
- la figura 6 representa un diagrama temporal de las tensiones de entrada, de la corriente de línea y del estado de los interruptores del circuito de derivación.

45

### **Descripción detallada de al menos una forma de realización**

En referencia a la figura 1, un variador de velocidad está conectado entre una red M de distribución eléctrica y una carga C eléctrica y consta de:

- 50 - Unas fases R, S, T de entrada, por ejemplo tres fases de entrada, que están conectadas a la red M de distribución eléctrica para recibir una tensión alterna suministrada por la red. Estas fases de entrada pueden constar de unas inductancias de línea (no representadas).
- Una etapa REC rectificadora conectada a las fases de entrada, compuesta por un puente de diodos y destinada a rectificar la tensión alterna suministrada por la red M de distribución eléctrica.

- Un bus de corriente continua de alimentación conectado al módulo REC rectificador y que consta de una primera línea 10 de alimentación con un potencial eléctrico positivo y de una segunda línea 11 de alimentación con un potencial eléctrico negativo.
- 5 - Un condensador Cbus de bus conectado a la primera línea 10 de alimentación y a la segunda línea 11 de alimentación y destinado a mantener el bus de alimentación en una tensión Vbus continua.
- Una etapa INV inversora conectada al bus de corriente continua de alimentación y compuesta por varios brazos de conmutación controlados para suministrar una tensión variable a la carga C eléctrica situada aguas abajo.
- 10 - Unas líneas U, V, W de salida que unen la etapa INV inversora con la carga C eléctrica.

De manera conocida, los brazos de conmutación del módulo ondulator constan de unos transistores controlados por un sistema de control a partir de una ley de control para aplicar unas tensiones a la carga C eléctrica.

15 La invención se refiere a un módulo de regeneración de energía eléctrica destinado a adaptarse a un variador de velocidad como se ha descrito con anterioridad y representado en la figura 1. Este módulo de regeneración de energía eléctrica está dispuesto para permitir devolver la energía eléctrica generada durante el frenado de la carga C eléctrica hacia la red M de distribución eléctrica. La carga C eléctrica desempeña entonces la función de generador mientras que la red M de distribución eléctrica desempeña la función de receptor de potencia.

20 Este módulo presenta la ventaja de conferir una función de regeneración de energía eléctrica a un variador de velocidad existente, sin modificar la estructura de este.

El módulo de regeneración de energía eléctrica de la invención consta de un primer borne d de entrada destinado a conectarse en la primera línea 10 de alimentación del bus de corriente continua de alimentación, aguas arriba del condensador Cbus de bus, y de un segundo borne e de entrada destinado a conectarse en la segunda línea 11 de alimentación del bus de corriente continua de alimentación, aguas arriba del condensador Cbus de bus.

25 El módulo de regeneración de energía eléctrica consta de tres bornes a, b, c de salida distintos destinados a conectarse cada uno en una fase R, S, T de entrada distinta del variador de velocidad.

30 El módulo de regeneración de energía eléctrica consta de un convertidor de tensión que permite controlar la corriente  $I_{brake}$  generada durante el frenado de la carga C eléctrica. Este convertidor de tensión está conectado a los dos bornes d, e de entrada y consta de manera más particular de un brazo de conmutación y de una inductancia L. El convertidor realiza, por lo tanto, una función de conversión de una tensión continua disponible en el bus de corriente continua de alimentación en una corriente continua. El convertidor de tensión puede ser de tipo reductor (convertidor "buck") como en las figuras 2 y 3 o de tipo reductor-elevador (convertidor "buck-boost") como se representa en la figura 4. Este convertidor de tensión también se puede realizar según una topología de múltiples niveles.

35 En las figuras 2 y 3, el brazo de conmutación del convertidor de tensión de tipo reductor consta de un transistor T1 y de un diodo D1 conectado a dicho transistor. El punto medio entre el transistor T1 y el diodo D1 está conectado a la inductancia L. Unas señales SW de control permiten controlar el brazo de conmutación. En la conexión del brazo de conmutación con el variador de velocidad, se proponen dos variantes de realización:

- 40 - en una primera variante de realización representada en la figura 2, el transistor T1 está conectado al primer borne d de entrada del módulo y el diodo D1 está conectado al segundo borne e de entrada del módulo,
- en una segunda variante de realización representada en la figura 3, el transistor T1 está conectado al segundo borne e de entrada y el diodo está conectado al primer borne d de entrada.

45 En la figura 4, el brazo de conmutación del convertidor de tensión de tipo reductor-elevador consta de dos transistores T2, T3 en serie, constando cada transistor de un diodo en paralelo. El punto medio situado entre los dos transistores T2, T3 está conectado a la inductancia L. Esta arquitectura permitirá en particular limitar los armónicos en la entrada del variador de velocidad y, por lo tanto, poder cumplir con los requisitos en términos de THDI (Distorsión Armónica Total de Corriente, del inglés "Total Harmonic Distorsion of Current") y de PWHD (Distorsión Armónica Parcial Ponderada, del inglés "Partial Wighted Harmonic Distorsion").

50 El módulo de regeneración de energía eléctrica consta también de un circuito de derivación conectado al convertidor de tensión y de manera más particular a su inductancia L. El circuito de derivación está destinado a derivar la corriente generada durante el frenado de la carga hacia una u otra de las fases R, S, T de entrada del variador de velocidad que están conectadas a la red M de distribución eléctrica. Este circuito de derivación se compone de dos grupos de tres interruptores (S1a, S1b, S1c, S2a, S2b, S2c). Este circuito de derivación está conectado directamente a la inductancia L y realiza una conversión entre la corriente continua y la tensión alterna de la red M de distribución eléctrica. Al estar la entrada de este convertidor conectada a una fuente de corriente, no es necesaria ninguna inductancia adicional.

Según la primera forma de realización representada en la figura 2, cada uno de los tres interruptores S1a, S1b, S1c del primer grupo está conectado, por una parte, al segundo borne e de entrada del módulo y, por otra parte, a un borne a, b, c de salida distinto del módulo. Según la segunda forma de realización representada en la figura 3, cada uno de los tres interruptores S1a, S1b, S1c del primer grupo está conectado, por una parte, al primer borne d de entrada del módulo y, por otra parte, a un borne a, b, c de salida distinto del módulo. En el segundo grupo, cada uno de los tres interruptores S2a, S2b, S2c está conectado, por una parte, a la inductancia L y, por otra parte, a un borne a, b, c de salida distinto del módulo.

El módulo de regeneración de energía eléctrica consta también de un dispositivo de filtrado de tipo RC conectado en sus tres bornes de salida.

En funcionamiento, la energía generada durante el frenado de la carga eléctrica se inyecta en el bus de corriente continua por medio de la etapa INV inversora de salida. Esto tiene como efecto aumentar la tensión en los bornes del condensador Cbus de bus. Cuando la tensión del bus es superior a una tensión  $V_{bus\text{brake}}$  de frenado, el convertidor de tensión de tipo reductor permite reinyectar la energía de frenado en la red M de distribución eléctrica. Los interruptores del circuito de derivación se controlan de modo que inyectan sucesivamente una corriente en las diferentes fases de entrada de modo que se recupere la tensión  $V_{so}$ . La tensión  $V_{so}$  está presente en el punto de conexión del convertidor reductor con el circuito de derivación y la segunda línea 11 de alimentación del bus de corriente continua de alimentación y corresponde, por lo tanto, a la tensión rectificadora trifásica de la red M de distribución eléctrica.

La recuperación de esta tensión  $V_{so}$  se realiza mediante el control de los dos grupos de interruptores del circuito de derivación. Las conmutaciones de los interruptores se sincronizan con la frecuencia de la red de distribución eléctrica (por ejemplo 50 Hz) y se realizan teniendo en cuenta los valores de las tres tensiones  $V_{an}$ ,  $V_{bn}$ ,  $V_{cn}$  simples medidas en las fases de entrada del variador de velocidad con respecto al neutro o de al menos dos tensiones compuestas medidas entre las fases de entrada.

Por ejemplo, teniendo en cuenta unas tensiones simples, la recuperación de la tensión  $V_{so}$  sigue el siguiente algoritmo:

( $V_{an} \geq V_{bn}$ ) y ( $V_{an} \geq V_{cn}$ ) entonces cerrar S2a y abrir S2b y S2c  
 ( $V_{bn} \geq V_{an}$ ) y ( $V_{bn} \geq V_{cn}$ ) entonces cerrar S2b y abrir S2a y S2c  
 ( $V_{cn} \geq V_{an}$ ) y ( $V_{cn} \geq V_{bn}$ ) entonces cerrar S2c y abrir S2a y S2b

( $V_{an} \leq V_{bn}$ ) y ( $V_{an} \leq V_{cn}$ ) entonces cerrar S1a y abrir S1b y S1c  
 ( $V_{bn} \leq V_{an}$ ) y ( $V_{bn} \leq V_{cn}$ ) entonces cerrar S1b y abrir S1a y S1c  
 ( $V_{cn} \leq V_{an}$ ) y ( $V_{cn} \leq V_{bn}$ ) entonces cerrar S1c y abrir S1a y S1b

La figura 6 permite ilustrar la secuencia de accionamiento de los interruptores de los dos grupos. De este modo, la figura muestra la variación de la tensión  $V_{so}$ , la variación de las tensiones  $V_{an}$ ,  $V_{bn}$ ,  $V_{cn}$  simples así como el estado 1 o 0 adoptado por los interruptores de cada grupo en función de los niveles de las tensiones simples y la variación de la corriente ( $I_a$ ) reinyectada en la fase R de entrada conectada al borne a de salida del módulo.

El control del convertidor de tensión se puede realizar de diferentes maneras. En el caso de un convertidor de tensión de tipo reductor, el control se explica por ejemplo a continuación, en relación con la figura 5.

La tensión  $V_{so}$  está constituida por arcosenos (figura 6). La potencia de frenado ( $P_{brake}$ ) se inyecta en la red según un control que verifica el equilibrio de las potencias. La potencia inyectada se define según un rendimiento de la cadena de frenado:

$$P_{inj} = C_{brake} \cdot \Omega \cdot \eta$$

siendo  $C_{brake}$  el par de frenado, siendo  $\Omega$  la velocidad de rotación del árbol motor y siendo  $\eta$  el coeficiente de rendimiento de la conversión de la energía mecánica a la energía eléctrica inyectada al bus de corriente continua de alimentación en la entrada del ondulator.

Habitualmente, la potencia  $P_{inj}$  inyectada se define con las magnitudes eléctricas medibles, la tensión ( $V_{bus}$ ) de bus y la corriente ( $I_{inj}$ ) inyectada procedente de la carga C eléctrica que funciona en modo generador:

$$P_{inj} = V_{bus} \cdot I_{inj}$$

El control u del convertidor de tensión (que define la relación cíclica de funcionamiento del transistor T1 del convertidor de tensión) debe satisfacer en la ecuación unas tensiones del convertidor de tensión de tipo reductor:

$$V_{so} = u \cdot V_{bus}$$

Se define la evolución de baja frecuencia promediada del control  $u$  (designada  $\langle u \rangle$ ) de la siguiente manera:

$$\langle u \rangle = \frac{V_{so\,avg}}{V_{bus\,brake}}$$

en la que  $V_{so\,avg}$  corresponde a la media de tensión  $V_{so}$  que se escribe de la siguiente manera:

$$V_{so\,avg} = \frac{3}{\pi} \hat{U}_{ll}$$

5 con  $\hat{U}_{ll}$  que corresponde a la tensión de cresta de la red  $M$  (tensión de cresta entre fases).

De este modo el control  $\langle u \rangle$  se regula para mantener la tensión  $V_{bus}$  en la tensión  $V_{bus\,brake}$  de frenado deseada.

En principio, la tensión  $V_{bus\,brake}$  de frenado se define superior a la tensión  $\hat{U}_{ll}$  de cresta de la red (tensión de cresta entre fases) para cumplir con las normas de funcionamiento de un convertidor de tensión de tipo reductor.

10 La corriente  $I_{brake}$  media máxima de frenado inyectada en la red viene dada por la siguiente expresión, siendo  $\hat{U}_{ll\,min}$  la tensión mínima de la red:

$$I_{brake}^{max} = \frac{P_{inj}}{\frac{3}{\pi} \hat{U}_{ll\,min}}$$

15 En la figura 5 se representa un primer cuadro sinóptico de control del convertidor de tensión de tipo reductor. La tensión  $V_{bus}$  medida en el bus de corriente continua de alimentación se compara con una consigna de tensión  $V_{bus\,brake}$  de frenado del bus. La diferencia entre la medición y la consigna se inyecta en un regulador con acción (PI) proporcional integral de modo que se deduzca el control  $u$  que hay que aplicar a una unidad de control con modulación (MAP) por ancho de pulso. Esta unidad de control aplica la modulación en el convertidor de tensión de tipo reductor.

20 Por supuesto, otras estructuras de control del convertidor de tensión de tipo reductor son posibles. Un segundo control podría estar basado en la corriente ( $I_{brake}$ ) de frenado. Entonces el control emplearía un circuito interno de corriente y un circuito externo de la tensión  $V_{bus}$  del bus de corriente continua de alimentación.

También se colocaría un control adaptado para un convertidor de tensión con dos transistores  $T_2, T_3$  del tipo representado en la figura 4.

**REIVINDICACIONES**

1. Módulo de regeneración de energía eléctrica destinado a ser adaptado a un variador de velocidad, comprendiendo dicho variador de velocidad de:

- 5 - tres fases (R, S, T) de entrada conectadas a una red (M) de distribución eléctrica,
- una etapa (REC) rectificadora conectada a las tres fases de entrada,
- un bus de corriente continua de alimentación que comprende una primera línea (10) de alimentación y una segunda línea (11) de alimentación entre las que se aplica una tensión continua suministrada en la salida por la etapa (REC) rectificadora,
- 10 - una etapa (INV) inversora destinada a ser conectada a la entrada al bus de corriente continua de alimentación y en la salida a una carga (C) eléctrica,

estando dicho módulo **caracterizado porque** comprende:

- 15 - un primer borne (d) de entrada y un segundo borne (e) de entrada destinados a estar conectado cada uno en una línea de alimentación del bus de corriente continua de alimentación del variador de velocidad,
- tres bornes (a, b, c) de salida destinados ser conectados a las tres fases (R, S, T) de entrada del variador de velocidad,
- un convertidor de tensión conectado a los dos bornes (d, e) de entrada y que comprende en la salida una inductancia (L) de modo que forma una fuente de corriente para controlar la corriente de frenado de la carga (C) eléctrica, realizando el convertidor una función de conversión de la tensión continua disponible en el bus de corriente continua de alimentación en una corriente continua,
- 20 - un circuito de derivación conectado directamente a dicha inductancia y destinado a derivar la corriente ( $I_{brake}$ ) de frenado hacia uno de los tres bornes (a, b, c) de salida, realizando el circuito de derivación una conversión entre la corriente continua y la tensión alterna de la red (M) de distribución eléctrica.

2. Módulo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el convertidor de tensión y el circuito de derivación comprenden unos interruptores controlados en una frecuencia sincronizada con la frecuencia de la red (M) de distribución eléctrica.

3. Módulo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el convertidor de tensión es de tipo reductor.

4. Módulo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el convertidor de tensión es de tipo reductor-elevador.

5. Módulo según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el convertidor de tensión es de múltiples niveles.

6. Módulo según la reivindicación 3 o 4, **caracterizado porque** el convertidor de tensión comprende una inductancia (L) y de un brazo de conmutación conectado a dicha inductancia (L).

7. Módulo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el circuito de derivación comprende un primer grupo de tres interruptores (S1a, S1b, S1c) que están conectados cada uno al segundo borne (e) de entrada y a un borne (a, b, c) de salida distinto, y un segundo grupo de tres interruptores (S2a, S2b, S2c) que están conectados cada uno a la inductancia (L) y a un borne (a, b, c) de salida distinto.

8. Módulo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el circuito de derivación comprende un primer grupo de tres interruptores (S1a, S1b, S1c) que están conectados cada uno al primer borne (d) de entrada y a un borne (a, b, c) de salida distinto, y un segundo grupo de tres interruptores (S2a, S2b, S2c) que están conectados cada uno a la inductancia (L) y a un borne (a, b, c) de salida distinto.

9. Módulo según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** comprende un dispositivo de filtrado de tipo RC.

10. Sistema de control que comprende un variador de velocidad, comprendiendo dicho variador de velocidad:

- 45 - tres fases (R, S, T) de entrada conectadas a una red (M) de distribución eléctrica,
- una etapa (REC) rectificadora conectada a las tres fases de entrada,
- un bus de corriente continua de alimentación que comprende una primera línea (10) de alimentación y una segunda línea (11) de alimentación,
- una etapa (INV) inversora destinada a ser conectada a una carga (C) eléctrica, estando dicho sistema **caracterizado porque** comprende un módulo de regeneración de energía eléctrica como se ha definido en una
- 50 de las reivindicaciones anteriores, estando dicho módulo destinado a ser adaptado al variador de velocidad.

Fig. 1

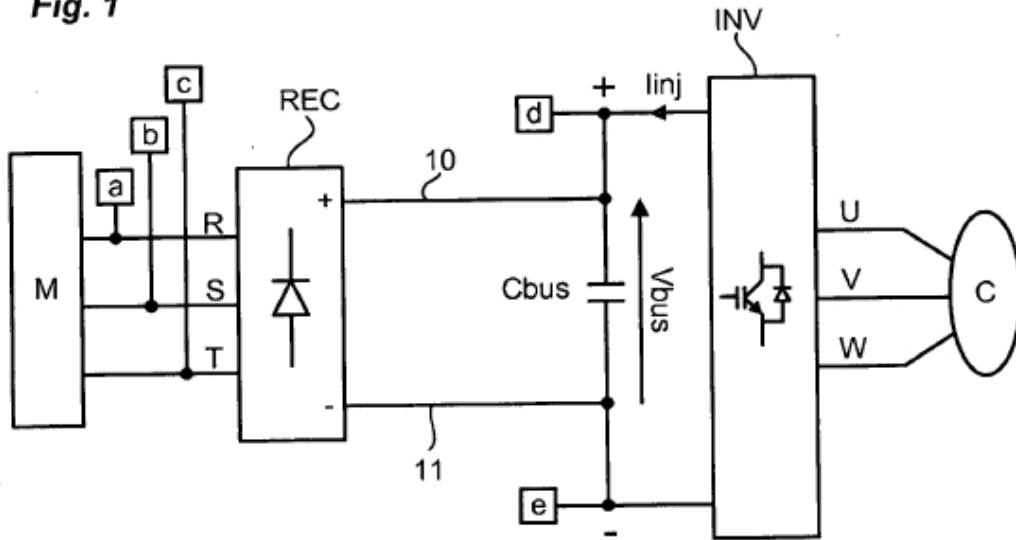


Fig. 2

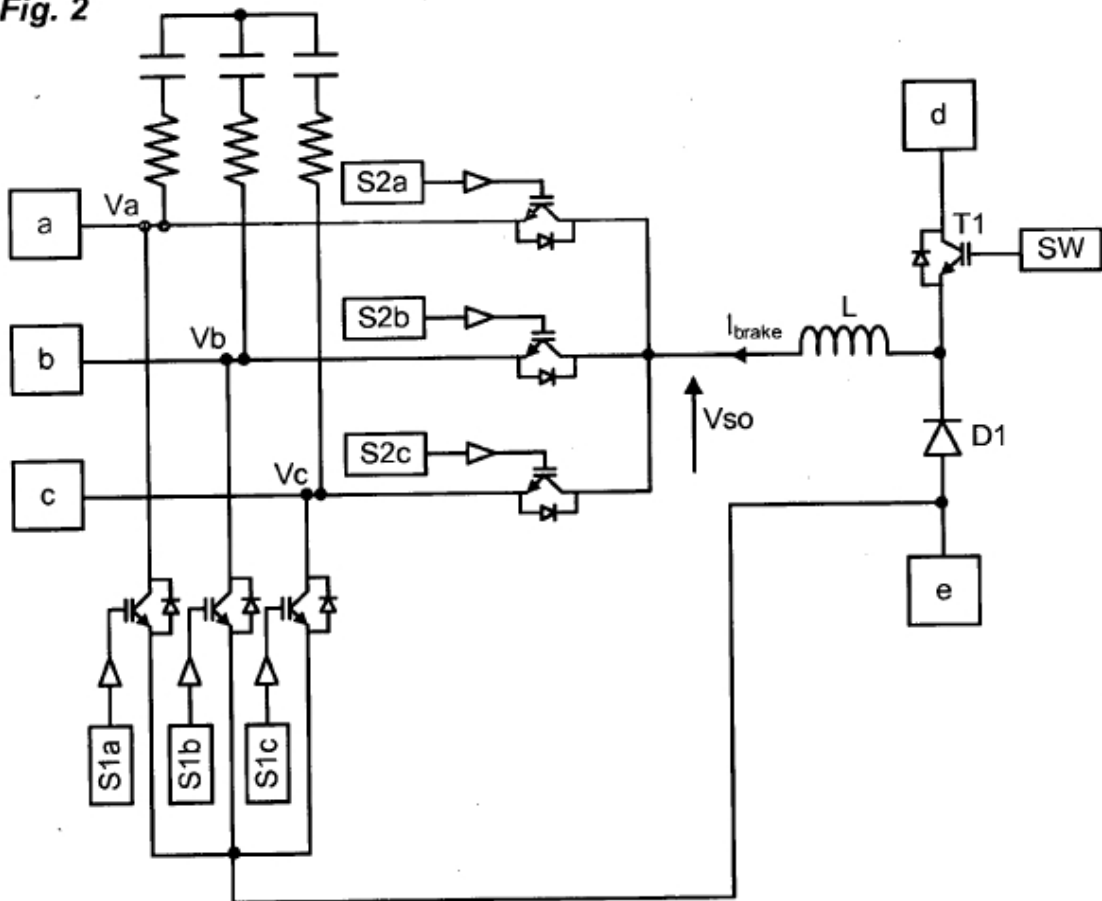


Fig. 3

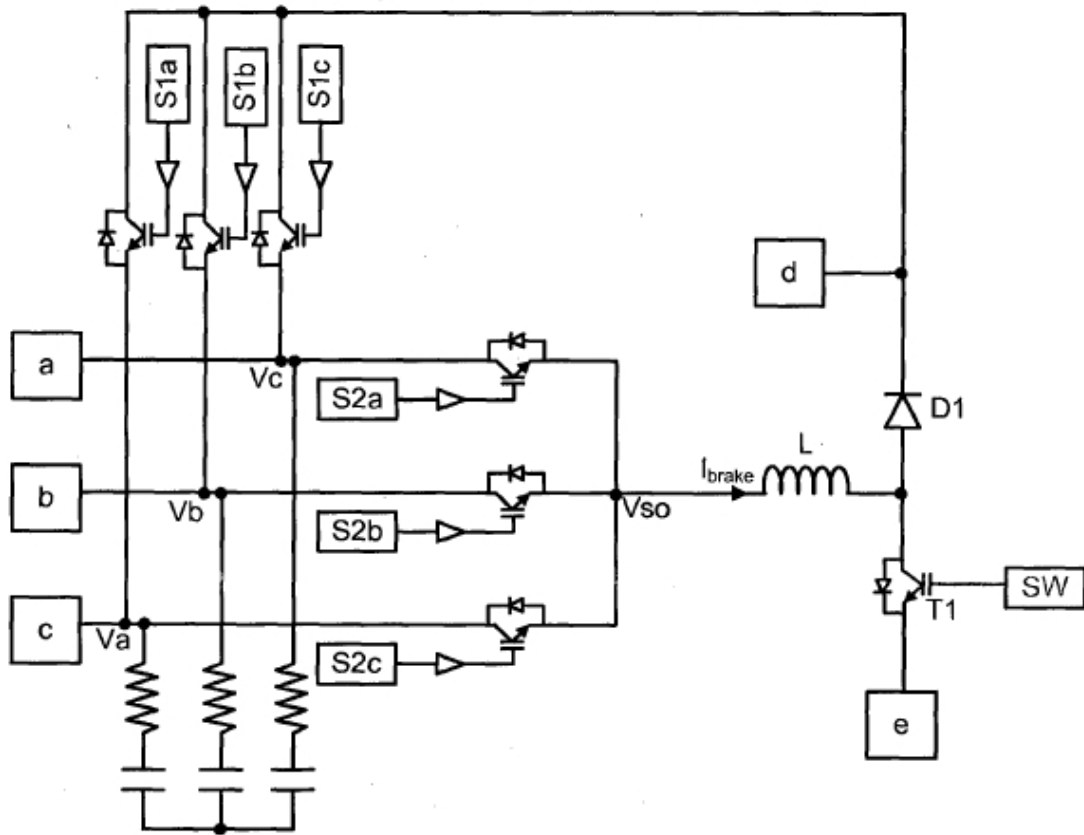


Fig. 4

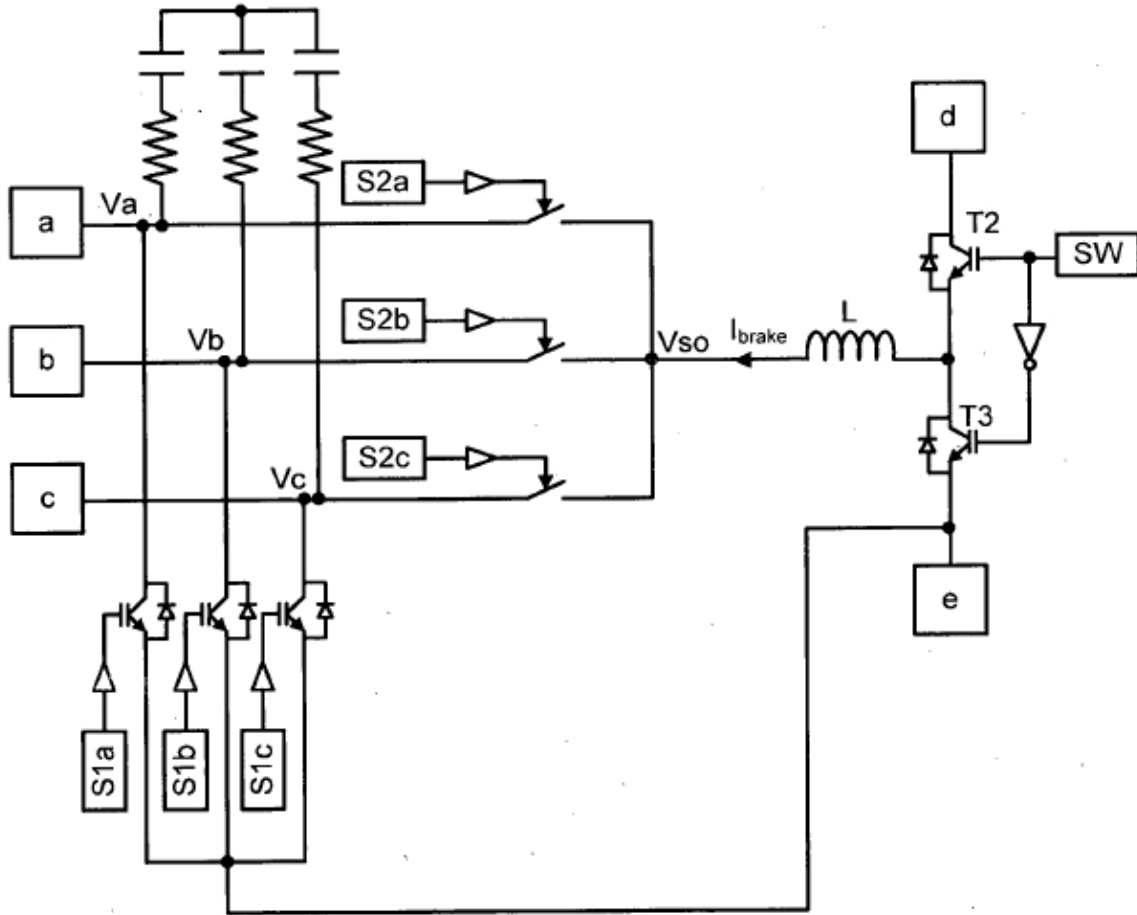


Fig. 5

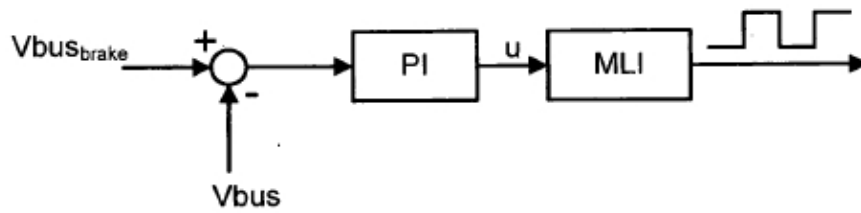


Fig. 6

