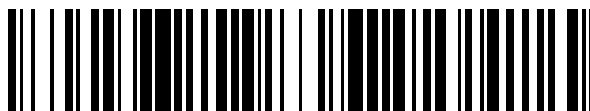


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 735**

51 Int. Cl.:
H02P 25/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09006767 .9**
96 Fecha de presentación: **20.05.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2273669**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.01.2011**

54 Título: **CONVERTIDOR DE FRECUENCIA PARA UN MEDIDOR DE RELUCTANCIA CONECTADO Y SISTEMA MECATRÓNICO.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.12.2011

73 Titular/es:
Miele & Cie. KG
Carl-Miele-Strasse 29
33332 Gütersloh, DE

72 Inventor/es:
Sammoud, Hafedh, Dr.-Ing.;
Rode, Peter, Dr.;
Kiefer, Andreas y
Schaefer, Klaus

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 369 735 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

Convertidor de frecuencia para un motor de reluctancia conectado y sistema mecatrónico.

5 La invención se refiere a un convertidor de frecuencia, que comprende un rectificador para generar o transformar una tensión alterna en el lado de la red (UN) en una tensión rectificada en un circuito intermediario, al menos un interruptor controlado para suministrar corriente al menos a un arrollamiento de fase de un motor eléctrico, que se alimenta desde el circuito 7 intermediario de tensión continua, de un diodo de marcha libre asignado al arrollamiento de fase para desacoplar la energía de conmutación y un almacenamiento temporal para almacenar energía de conmutación debido a procesos de recarga en el arrollamiento de fase.

10 A los motores con conmutación electrónica o electromotores sin colector se les suministra a menudo corriente por medio de un convertidor de frecuencia, que comprende un rectificador y un condensador de filtro conectado aguas abajo para facilitar una tensión continua en el circuito intermediario de tensión continua conectado aguas abajo. El condensador está diseñado en cuanto a su capacidad y resistencia a tensiones eléctricas de tal manera que la tensión de circuito intermediario sea lo más constante posible, para alcanzar un buen rendimiento de potencia en el motor. En el circuito intermediario de tensión continua están dispuestos interruptores electrónicos, que controlan las fases individuales del arrollamiento del motor, para generar el campo alterno magnético en los polos del estator. Sólo el campo alterno o el campo giratorio pueden impulsar el rotor hasta el movimiento giratorio predeterminado. En este conjunto de circuitos, sin embargo, se retroalimenta una gran parte de los armónicos en la red de alimentación, que debido al acoplamiento de baja frecuencia a la frecuencia de la red de alimentación solamente pueden filtrarse con gran esfuerzo.

15 Por el documento EP 1 219 012 B1 A se conoce un convertidor de frecuencia para accionar un motor de reluctancia conectado, que debido a su sencilla construcción es muy apreciado para electrodomésticos. El convertidor de frecuencia comprende en el circuito intermediario de tensión continua entre los polos un condensador, dimensionado de tal manera que la tensión rectificada se filtra sólo en parte a un nivel homogéneo. Mediante la filtración incompleta pueden reducirse considerablemente los costes de componentes, ya que los armónicos son esencialmente menores en el intervalo de frecuencia bajo de la frecuencia de red. No obstante, en este caso también tiene que tenerse en cuenta la tensión residual en el control de los interruptores para el suministro de corriente de los arrollamientos de fase. El convertidor de frecuencia comprende además una impedancia, que conjuntamente para todos los arrollamientos de fase facilita una retroalimentación de red, configurada para almacenar temporalmente una parte de la energía en los procesos de recarga en el interior de los arrollamientos de fase individuales en cada caso por poco tiempo, otra parte de la energía se autoalmacena temporalmente en el condensador de filtro. Puesto que el condensador de filtro está conectado entre los polos del circuito intermediario de tensión continua, éste debe estar dimensionado para la máxima tensión que se produzca, que se compone de la suma del valor máximo de la tensión de red y la parte de tensión de una bobina que se desmagnetiza al conmutar.

20 El documento EP 0 802 623 A1 da a conocer un convertidor de frecuencia que se alimenta a través de una fuente de tensión continua, y al menos un interruptor controlado para suministrar corriente al menos a un arrollamiento de fase de un motor eléctrico. A cada arrollamiento de fase está asignado un diodo de marcha libre para el desacoplamiento de energía de conmutación, comprendiendo el convertidor además un almacenamiento temporal para almacenar energía debido a procesos de recarga en arrollamientos de fase individuales. En el caso del almacenamiento temporal se trata de un denominado almacenamiento auxiliar que sólo está previsto para el control de o el suministro de corriente a un arrollamiento de fase separado, adicional.

25 Por el documento EP 0 738 035 A2 se conoce cómo configurar un convertidor de frecuencia sin condensador de filtro. En este sentido la energía se almacena temporalmente durante los procesos de recarga en un condensador, que está conectado entre el polo negativo conectado de la toma de fase y el polo negativo del circuito intermediario de tensión continua. También este condensador que opera como almacenamiento temporal debe dimensionarse para la tensión total del circuito intermediario, que se compone de la suma del valor máximo de la tensión de red y la parte de tensión de una bobina que se desmagnetiza al conmutar.

30 Por el documento DE 44 06 546 B4 se conoce un convertidor de frecuencia para accionar un motor de reluctancia conectado, que comprende un circuito intermediario de tensión continua rectificado y casi totalmente filtrado. Una combinación de transformador y condensador forma el almacenamiento temporal común para la energía durante los procesos de recarga. En este sentido el transformador se temporiza por medio de un interruptor adicional, de manera que se facilita una transmisión óptima de la energía durante los procesos de recarga. Debido al transmisor adicional el convertidor de frecuencia es muy costoso.

35 La invención se basa por tanto en el objetivo de facilitar un convertidor de frecuencia fiable para un motor de reluctancia conectado, de construcción más sencilla y económica.

40 Este objetivo se soluciona mediante un convertidor de frecuencia con las características de la reivindicación 1 y mediante un sistema mecatrónico, compuesto por un motor de reluctancia conectado y un convertidor de frecuencia,

con las características de la reivindicación 10. Perfeccionamientos ventajosos se desprenden de las reivindicaciones dependientes respectivas.

5 Las ventajas que pueden alcanzarse con la invención radican en que con pocos componentes se facilita un convertidor de frecuencia más fiable, potente y económico para suministrar corriente a un motor de reluctancia conectado.

10 Para esto está previsto como almacenamiento temporal un condensador, que está conectado entre el polo positivo del circuito intermediario de tensión continua y la salida del diodo de marcha libre. Este condensador puede puentearse por medio de un interruptor adicional, para posibilitar por un lado el almacenamiento temporal de energía de conmutación en el condensador y por otro lado la facilitación de la energía de conmutación almacenada temporalmente. La tensión en el circuito intermediario de tensión continua es en este caso pulsante, puede oscilar entre 0 V y el valor máximo de la tensión de red. En la magnetización de un polo de estator se utiliza la energía de conmutación almacenada temporalmente del condensador. En este sentido es importante que el comportamiento de conmutación del interruptor para el almacenamiento temporal y el condensador para el almacenamiento temporal con respecto al tiempo de carga y descarga esté dimensionado de tal modo que tengan lugar una conexión y desconexión completas en la mitad del tiempo o menos de la fase de magnetización y desmagnetización.

15 Este conjunto de circuitos es particularmente adecuado para la conmutación de un motor de reluctancia conectado a gran velocidad, que debe cumplir con elevados requisitos respecto a la frecuencia de conexiones y el comportamiento de conmutación.

20 En una realización conveniente desde el polo positivo del circuito intermediario de tensión continua hasta la toma para el arrollamiento de fase está conectado un diodo en la dirección de paso. Con ello se consigue que ni en la descarga del condensador ni en la marcha libre se produzcan cortocircuitos.

25 En una realización ventajosa, en el lado primario del rectificador está colocado un filtro de red, para así atenuar las reacciones que aparecen sobre la red de alimentación en forma de armónicos de la corriente y/o de la tensión. Estas son en particular partes de tensión alterna de alta frecuencia, que debido al campo alterno o campo giratorio conmutado pueden aparecer en el lado secundario del rectificador, que por regla general tiene otra frecuencia y posición de fase que la red de alimentación, que en Europa presenta 230 V, 50 Hz. Además aparecen armónicos en el lado primario por regímenes transitorios de flancos pronunciados debido a los procesos de conmutación en el circuito intermediario de tensión continua.

30 En este sentido es conveniente, que el filtro de red comprenda al menos una inductividad conectada en serie y al menos un condensador conectado en paralelo entre las entradas del rectificador. Se trata de un denominado filtro pasivo, que es más que suficiente para la atenuación de las ondas armónicas de alta frecuencia que aparecen en este circuito. Además debido a las propiedades de filtro de alta frecuencia pueden utilizarse componentes pequeños y económicos.

35 Para la conmutación de un motor multipolar con varios arrollamientos de fase es conveniente, que el convertidor de frecuencia posea dos o más interruptores y varios diodos de marcha libre, estando asignados un interruptor y un diodo de marcha libre en cada caso a un arrollamiento de fase individual del motor.

40 En esta disposición las salidas de los diodos de marcha libre forman un polo común con el almacenamiento temporal.

45 En conjunto es ventajoso que los interruptores comprendan en cada caso al menos un transistor de efecto de campo, IGBT o transistor bipolar o estén configurados como tal. Estos denominados interruptores electrónicos pueden controlarse fácilmente y con poca potencia y debido al comportamiento de conmutación rápido y de flancos pronunciados (rápido incremento de corriente en la conexión y rápido corte de corriente en la desconexión) son adecuados en particular para este convertidor de frecuencia.

50 En un perfeccionamiento conveniente, la entrada del lado de alimentación del rectificador está configurada para la toma de una batería o de un acumulador. Por tanto para los denominados sistemas híbridos, que pueden hacerse funcionar por medio de una tensión de red y/o alternativamente con un acumulador o una batería, puede facilitarse un convertidor de frecuencia sencillo y óptimo sin más componentes. Esto significa que la selección de la alimentación en el lado primario del convertidor de frecuencia se realiza con ayuda de un conjunto de circuitos sencillo.

55 La invención se refiere además a un sistema mecatrónico, que comprende un motor de reluctancia conectado con al menos un arrollamiento de fase y al menos dos polos fijos y un rotor que puede girarse o moverse por medio de los estados de magnetización de los polos, a un convertidor de frecuencia, tal como se mencionó previamente y a un dispositivo de control con un microprocesador y una memoria con un programa, que está configurado para controlar los interruptores del convertidor de frecuencia. En este sentido el programa puede adaptarse o configurarse

fácilmente con respecto al motor a conmutar en relación al comportamiento de magnetización y al comportamiento de desmagnetización. Esto se consigue de forma sencilla mediante la adaptación de parámetros, que fijan los tiempos y las tasas de repetición para los estados de conmutación individuales de los interruptores o de los interruptores electrónicos.

5 El programa está configurado de manera conveniente para que el microprocesador pueda controlar los interruptores para facilitar los estados de conmutación de magnetización, marcha libre y desmagnetización para los arrollamientos individuales de fase.

10 Para un accionamiento más seguro del motor el programa está configurado para controlar los interruptores para los estados de conmutación en los arrollamientos de fase para facilitar un campo alterno o campo giratorio en los polos para el giro del rotor.

15 Un ejemplo de realización de la invención está representado en los dibujos de forma puramente esquemática y se describe más en detalle a continuación. Muestran:

la figura 1: un sistema mecatrónico trazado,

20 la figura 2: un bosquejo del convertidor de frecuencia y

las figuras 3a - 3d: los estados de conmutación del conjunto de circuitos.

25 La figura 1 muestra como sistema mecatrónico un motor 3 de reluctancia conectado, que recibe corriente por medio del convertidor 1 de frecuencia. El motor 3 tiene unos polos 4 de estator fijos, en los que está enrollado o colocado en cada caso un arrollamiento de fase Ph1, Ph2, Ph3. En el interior del motor 3 está dispuesto de forma giratoria un rotor 5, que asimismo tiene unos polos configurados, que se orientan correspondientemente al estado de magnetización de los polos 4 de estator, a través de lo que se facilita el movimiento giratorio del rotor 5. Los extremos libres de los arrollamientos individuales de fase Ph1, Ph2, Ph3 están conectados al convertidor 1 de frecuencia, de modo que dentro del convertidor 1 de frecuencia se facilita la unión eléctrica de los extremos de fase individuales o los extremos de fase con los interruptores eléctricos o electrónicos correspondientes. El convertidor 1 de frecuencia se alimenta por medio de la tensión de entrada UN, en este ejemplo con la tensión de red nominal europea de 230 V de CA 50 de Hz. Dependiendo del caso de aplicación, el convertidor 1 de frecuencia puede diseñarse para otra tensión de red o frecuencia de red, por ejemplo para otros países, para redes de operación locales o barcos. El convertidor 1 de frecuencia comprende en este ejemplo un dispositivo 2 de control, que está configurado para conectar los interruptores en el convertidor 1 de frecuencia para un funcionamiento predeterminado del motor 3 conectado.

35 En la figura 2 se traza el conjunto de circuitos del convertidor 1 de frecuencia para suministrar corriente al motor 3. La tensión de alimentación UN aplicada (por ejemplo, 230 V) se rectifica con un rectificador B1 a una tensión continua Urectificador con un polo 9 positivo y un polo 10 negativo. La tensión continua Urectificador en el circuito 7 intermediario de tensión continua se encuentra en este sentido de manera pulsante en el intervalo de desde 0 V hasta el valor máximo de la tensión de alimentación del lado primario, que para 230 V de valor eficaz asciende a aproximadamente 320 V. Es por tanto pulsante, ya que en el circuito intermediario de tensión continua no se lleva a cabo ninguna filtración, por ejemplo, con un condensador entre el polo 9 positivo y el polo 10 negativo. Con otros valores para la tensión de alimentación UN suministrada se ajustarían correspondientemente otros valores para la tensión rectificadora en el circuito 7 intermediario de tensión continua. En el circuito 7 intermediario de tensión continua están dispuestos los interruptores individuales T1, T2 para los arrollamientos individuales de fase Ph1, Ph2, que se encuentran entre el respectivo extremo de fase y el polo 10 negativo del circuito intermediario de tensión continua. El otro extremo de fase en cada caso de los arrollamientos individuales de fase Ph1, Ph2 está colocado sobre un polo 11 común, que está unido con la salida del interruptor del interruptor común TGem y de la salida del diodo común DGem y que partiendo del polo 9 positivo está unido a través del diodo DGem con el polo 9 positivo. Como almacenamiento temporal para la energía de conmutación está previsto en este caso un condensador CDump, que está unido con una toma en el polo 9 positivo y con la segunda toma a través de los diodos D1, D2 conectados en la dirección de bloqueo con el extremo de fase correspondiente, que a su vez está conectado al interruptor T1, T2 asignado en cada caso al arrollamiento de fase Ph1, Ph2. El condensador CDump que funciona como almacenamiento temporal está configurado en este sentido como un denominado "High Side CDump". El interruptor TGem común está configurado para puentear el condensador CDump en segmentos temporales, para poder realizar una descarga del condensador a través de un arrollamiento de fase Ph1 o Ph2 activado en cada caso.

60 Un dispositivo 2 de control está previsto para controlar los interruptores T1, T2 y TGem según los estados de conmutación para el accionamiento del motor 3 (figura 1). El dispositivo 2 de control comprende un microprocesador 12, que está en conexión con una memoria 13, estando guardado en la memoria 13 el programa para controlar el convertidor 1 de frecuencia. Las entradas de control de los interruptores individuales, en este documento transistores de efecto de campo, están unidas con el dispositivo de control, de manera que el microprocesador 12 puede controlar los procesos de conmutación de manera correspondiente.

5 El filtro de red, que se compone pasivamente de la inductividad en serie L_{filtro} y del condensador C_{filtro} conectado en paralelo a la entrada del rectificador B1, evita o minimiza las reacciones de ondas armónicas de alta frecuencia sobre la red de alimentación UN, que surgen por los estados de conmutación de los interruptores T1, T2, TGem y las corrientes debido a los procesos de conmutación.

10 Las figuras 3a a 3d muestran por medio de un arrollamiento de fase Ph1 los diferentes estados de conmutación y los estados de interruptor correspondientes. Como interruptores T1, T2 y TGem se utilizan en este sentido transistores de efecto de campo, que facilitan tiempos de conexión y desconexión rápidos, para minimizar las pérdidas por conmutación. Los tiempos de conmutación están diseñados para una frecuencia de conmutación en el intervalo de hasta 6 kHz y son necesarios para el funcionamiento o para suministrar corriente a un motor de reluctancia que gira a un elevado número de revoluciones, pudiendo aparecer en un motor para un ventilador de aspiradora números de revoluciones de 90 000 l/min.

15 La figura 3a muestra el estado de conmutación de la primera magnetización. En este sentido el interruptor TGem y el interruptor T1 son conductores, de modo que en el arrollamiento de fase Ph1 existe la suma de la tensión $U_{\text{rectificador}}$ y U_{CDump} . Las flechas discontinuas muestran la dirección de flujo de la corriente dentro del conjunto de circuitos. En este sentido puede reconocerse que la corriente de descarga del condensador CDump fluye a través del arrollamiento de fase Ph1. En esta primera fase de la magnetización además de la tensión del rectificador B1 se usa la energía almacenada en el condensador CDump, para llevar una corriente a través del arrollamiento de fase Ph1. Los diodos D1 y DGem se bloquean a este respecto.

20

25 La figura 3b muestra el estado de conmutación de la magnetización en una fase posterior. El interruptor T1 sigue siendo conductor, el estado de conmutación del interruptor TGem está bloqueado, es decir, es superóhmico o no conductor. La energía almacenada temporalmente en el condensador está totalmente descargada en este momento, de modo que no puede fluir más corriente por el interruptor TGem. El proceso de magnetización adicional ya sólo se facilita en este caso mediante la corriente del rectificador B1, que fluye a través del diodo DGem, del arrollamiento de fase Ph1 y del interruptor T1.

30 La figura 3c muestra el estado de conmutación de la marcha libre. En esta fase el interruptor TGem es conductor y el interruptor T1 está bloqueado, es decir, es superóhmico. El arrollamiento de fase Ph1 está ahora cortocircuitado, de manera que la energía electromagnética almacenada en Ph1 provoca una corriente a través del diodo de marcha libre D1 y del interruptor TGem. La energía se consume o se reduce en este sentido sólo por las pérdidas óhmicas en el arrollamiento de fase Ph1 y los componentes TGem y el diodo D1, o se transforma en calor.

35

40 La figura 3d muestra el estado de conmutación de la desmagnetización del polo de estator o del arrollamiento de estator Ph1, Ph2. El interruptor T1 está bloqueado y el estado de conmutación del interruptor TGem también está asimismo bloqueado, es decir, es superóhmico. La energía electromagnética en el arrollamiento de estator provoca en este sentido una corriente, que fluye a través del diodo de marcha libre D1, el condensador CDump y el diodo común DGem. De este modo se carga el condensador CDump, de modo que la energía electromagnética de conmutación se almacena en este condensador CDump. Esta desmagnetización sucede muy rápidamente al contrario que la magnetización, dura aproximadamente sólo de 1/20 a 1/4 del tiempo de la magnetización.

REIVINDICACIONES

1. Convertidor de frecuencia, que comprende un rectificador (B1) para generar o transformar una tensión alterna en el lado de la red (UN) en una tensión continua de circuito intermediario (Urectificador), al menos un interruptor (T1, T2) controlado para suministrar corriente al menos a un arrollamiento de fase (Ph1, Ph2) de un motor eléctrico, que se alimenta desde el circuito (7) intermediario de tensión continua, un diodo de marcha libre (D1, D2) asignado en cada caso a un arrollamiento de fase (Ph1, Ph2) para desacoplar la energía de conmutación y un almacenamiento temporal (CDump) para almacenar la energía de conmutación debido a procesos de recarga en el arrollamiento de fase (Ph1, Ph2), caracterizado porque el almacenamiento temporal es un condensador (CDump), que está conectado entre el polo (9) positivo del circuito (7) intermediario de tensión continua y la salida del diodo de marcha libre (D1, D2), y porque el condensador (CDump) puede puentearse por medio de otro interruptor (TGem), estando configurado el interruptor (TGem) para puentear el condensador (CDump) en intervalos de tiempo para que pueda realizarse una descarga del condensador (CDump) a través del arrollamiento de fase (Ph1, Ph2) activado en cada caso.
2. Convertidor de frecuencia según la reivindicación 1, caracterizado porque partiendo del polo (9) positivo del circuito (7) intermediario de tensión continua hasta la toma para el arrollamiento de fase está conectado un diodo (DGem) en la dirección de paso.
3. Convertidor de frecuencia según la reivindicación 1, caracterizado porque en el lado primario del rectificador está colocado un filtro de red.
4. Convertidor de frecuencia según la reivindicación 3, caracterizado porque el filtro de red comprende al menos una inductividad conectada en serie (Lfiltro) y al menos un condensador (Cfiltro) conectado en paralelo entre las entradas del rectificador.
5. Convertidor de frecuencia según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el convertidor (1) de frecuencia tiene dos o más interruptores (T1, T2) y diodos de marcha libre (D1, D2), debiendo asignar los interruptores (T1, T2) y los diodos de marcha libre (D1, D2) en cada caso a uno de los arrollamientos de fase (Ph1, Ph2) individuales del motor (3).
6. Convertidor de frecuencia según la reivindicación 5, caracterizado porque las salidas de los diodos (D1, D2) forman un polo (11) común con la entrada del interruptor (TGem) y el almacenamiento temporal (CDump).
7. Convertidor de frecuencia según la reivindicación 5, caracterizado porque la salida del diodo común (DGem) y la salida del interruptor común (TGem) con una toma común de los arrollamientos de fase (Ph1, Ph2) forman un polo (11) común.
8. Convertidor de frecuencia según la reivindicación 1 ó 5, caracterizado porque los interruptores (T1, T2, TGem) comprenden en cada caso al menos un transistor de efecto de campo, IGBT o transistor bipolar.
9. Convertidor de frecuencia según la reivindicación 1, caracterizado porque la entrada del lado de alimentación del rectificador (B1) está configurada para la toma de una batería o de un acumulador.
10. Convertidor de frecuencia según la reivindicación 1, caracterizado porque el rectificador (B1) está configurado para facilitar una tensión continua de circuito intermediario pulsante (Urectificador), que puede oscilar entre 0 V y el valor máximo de la tensión alterna del lado primario.
11. Sistema mecatrónico, que comprende un motor (3) de reluctancia conectado con al menos un arrollamiento de fase (Ph1, Ph2) y al menos dos polos (4) fijos y un rotor (5) que puede girarse o moverse por medio de los estados de magnetización de los polos (4), un convertidor (1) de frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 10 y un dispositivo (2) de control con un microprocesador (12) y una memoria (13) con un programa que está configurado para controlar los interruptores (T1, T2, TGem) del convertidor (1) de frecuencia para generar un campo alterno o campo giratorio en los arrollamientos de fase (Ph1, Ph2) o en los polos (4) de estator.
12. Sistema mecatrónico según la reivindicación 11, caracterizado porque el programa está configurado para que el microprocesador pueda controlar los interruptores (T1, T2, TGem) para facilitar los estados de conmutación de magnetización, marcha libre y desmagnetización para los arrollamientos de fase (Ph1, Ph2) individuales.
13. Sistema mecatrónico según la reivindicación 11 utilizando un convertidor de frecuencia según la reivindicación 8, caracterizado porque el convertidor (1) de frecuencia comprende como interruptores (T1,

T2, TGem) transistores de efecto de campo, cuya entrada de control respectiva está unida con el dispositivo (2) de control para facilitar los estados de conexión previstos en cada caso, de manera que puedan controlarse por medio del microprocesador (12).

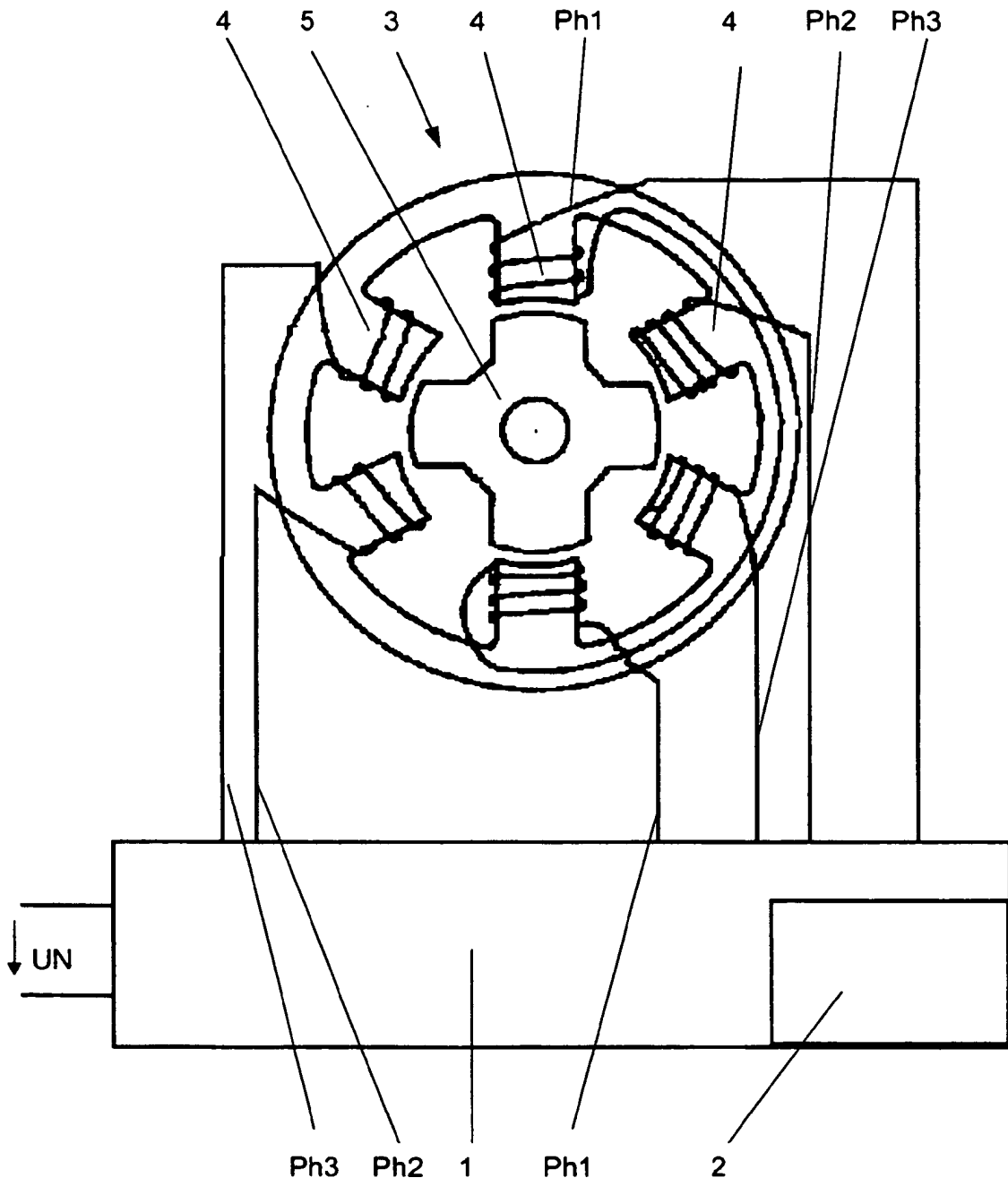


Fig. 1

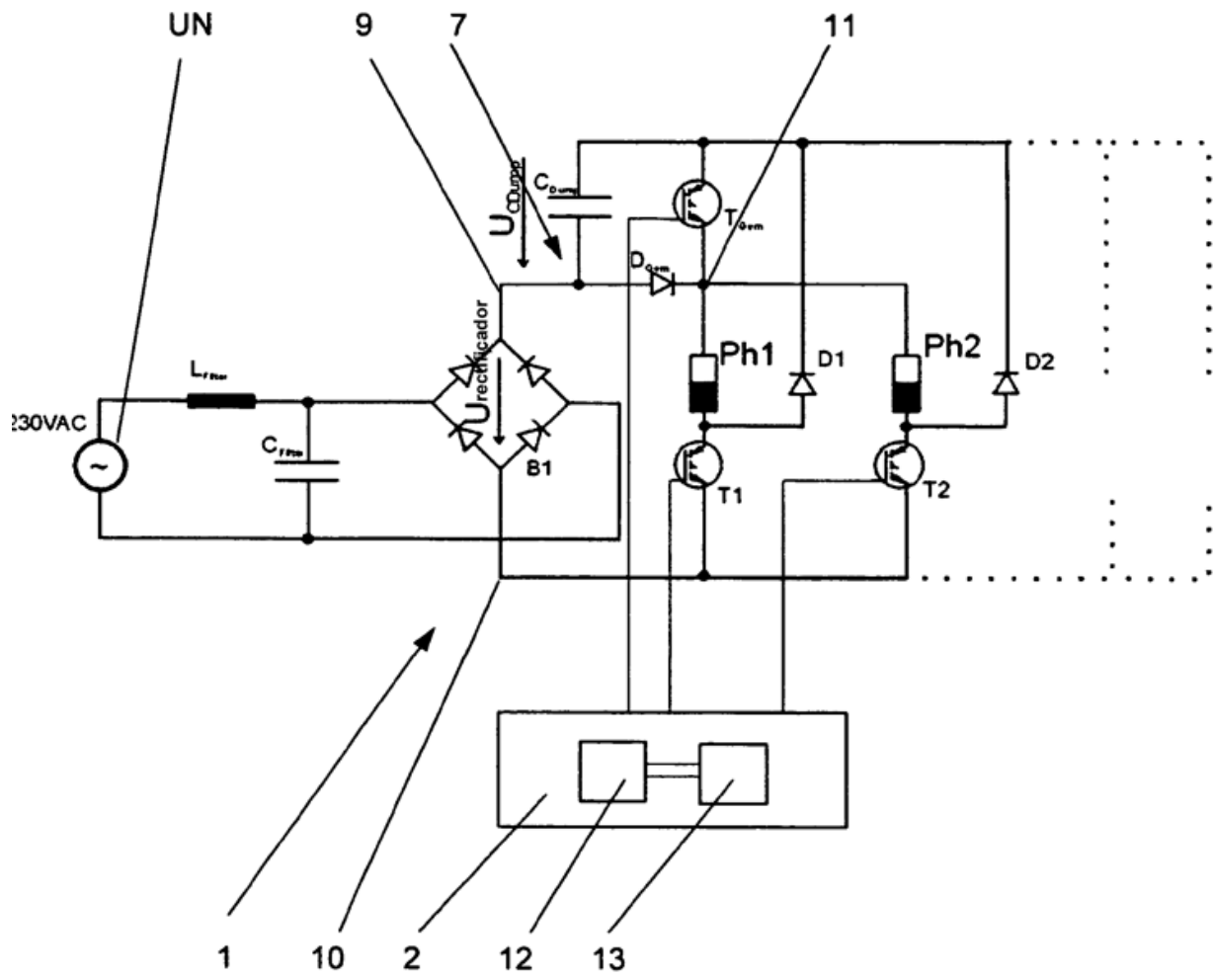


Fig. 2

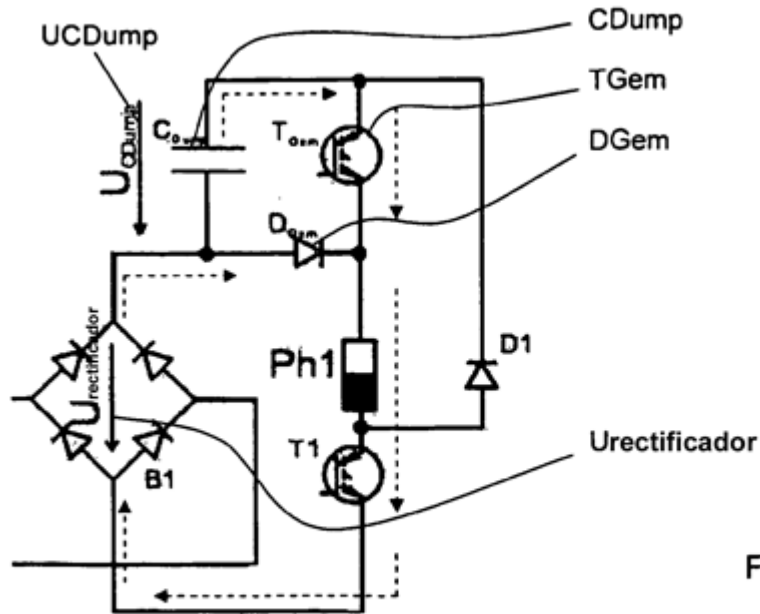


Fig. 3a

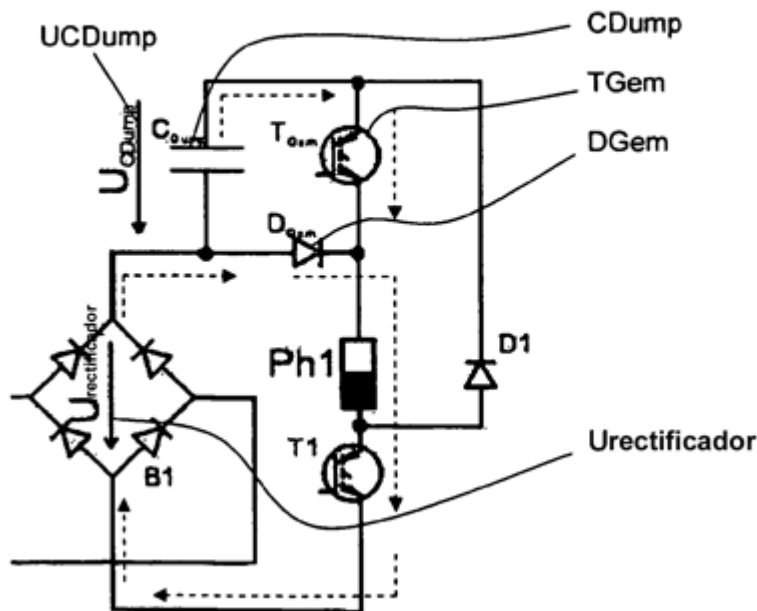


Fig. 3b

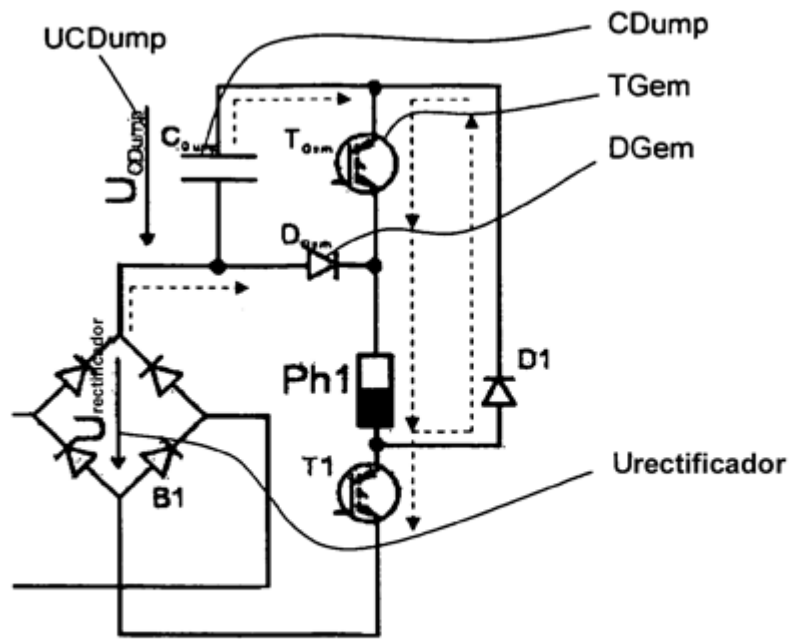


Fig. 3c

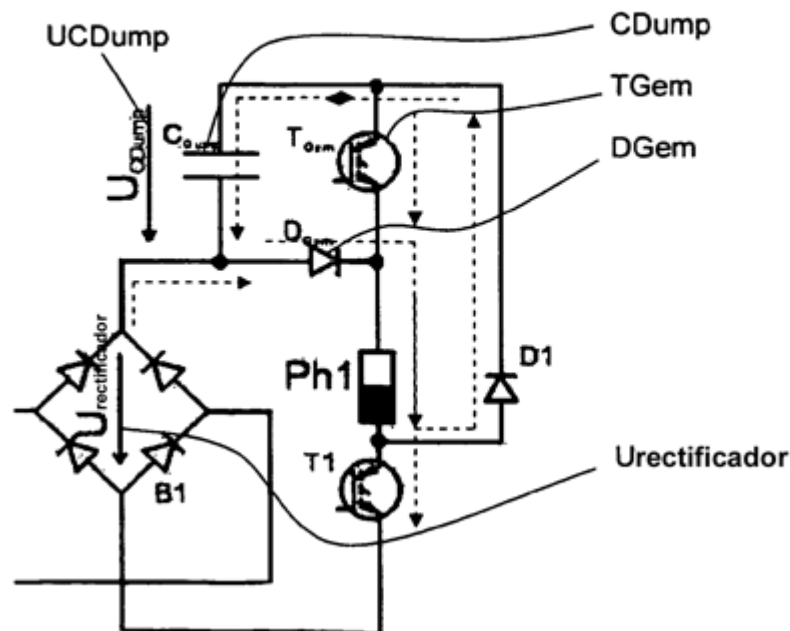


Fig. 3d