

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 116**

51 Int. Cl.:

H02P 27/06	(2006.01)
H02J 3/01	(2006.01)
H02M 7/08	(2006.01)
H02M 1/12	(2006.01)
H02M 1/42	(2007.01)
H02M 7/219	(2006.01)
H02M 5/458	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2015 PCT/JP2015/077556**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **21.04.2016 WO16059969**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2015 E 15850597 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 3208926**

54 Título: **Filtro activo y dispositivo de conversión de corriente alterna en corriente continua**

30 Prioridad:

15.10.2014 JP 2014210821
08.04.2015 JP 2015078968

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.08.2020

73 Titular/es:

DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
Umeda Center Building 4-12 Nakazaki-Nishi 2-
chome Kita-ku
Osaka-shi, Osaka 530-8323, JP

72 Inventor/es:

KAWASHIMA REIJI y
FUJITA TAKAYUKI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 781 116 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

Filtro activo y dispositivo de conversión de corriente alterna en corriente continua

Campo técnico

La presente invención se refiere a un filtro activo, y particularmente, se refiere a un filtro activo paralelo.

5 Antecedentes de la técnica

Se introduce una tecnología para compensar una corriente armónica mediante el uso de un filtro activo y, por lo tanto, la supresión de los armónicos, por ejemplo, en los documentos de patente 1 a 3.

En el documento de patente 1, un voltaje de CC, que es impulsado por un chopper de refuerzo y se aplica a un condensador de suavizado, se aplica directamente a un filtro activo.

10 En el documento de patente 2, un voltaje de CC, que se obtiene rectificando un voltaje de CA impulsado por un transformador y se aplica a un condensador de suavizado de CC, se aplica directamente a un filtro activo como un convertidor de potencia autoexcitado del tipo de voltaje.

En el documento de patente 3, un condensador del lado del inversor está dispuesto entre un transformador y un inversor, y está conectado en paralelo a un condensador del lado del rectificador a través de un diodo de protección.

15 En el documento de patente 4, se describe un denominado inversor sin condensador electrolítico. Otro documento de patente es el documento de patente 5.

En el documento de patente 6 se describe una unidad de interrupción activa y una disposición de circuito para recircular la energía producida durante el frenado de motores eléctricos en un sistema de suministro. Aquí, la intención es implementar la alimentación de la energía que se puede obtener al frenar los motores eléctricos al sistema de suministro sin el uso de un transformador de aislamiento.

20

Además, el documento de patente 7 describe un control de potencia de un sistema de transporte que comprende un motor eléctrico para mover el dispositivo de transporte, así como un dispositivo de suministro de energía del motor que comprende un circuito intermedio.

25 Además, el documento de patente 8 y el documento de patente 9 describen un dispositivo de conversión CA-CC que tiene un filtro activo.

Finalmente, el documento de patente 10 describe una combinación de convertidor de energía eléctrica que convierte la energía de CA de una red de suministro de CA principal a energía de CC para suministrar una carga de CC.

Documentos de la técnica anterior

Documentos de patentes

30 Documento de patente 1: patente japonesa n.º 4411845

Documento de patente 2: patente japonesa n.º 4284053

Documento de patente 3: solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º. 2005-223999

Documento de patente 4: solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º 2002-51589

Documento de patente 5: solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º 2015-092813

35 Documento de patente 6: US 2010/141187 A1

Documento de patente 7: WO 2008/1554456

Documento de patente 8: CN 201051 718 Y

Documento de patente 9: CN 102 044 974 A

Documento de patente 10: GB 2 427 512 A

40 Resumen de la invención

Problemas a resolver por la invención

En las tecnologías descritas en los documentos de patente 1 y 2, incluso si la compensación de la corriente armónica es apropiada, se requieren el chopper de refuerzo y el transformador. El documento de patente 3 introduce

una tecnología simple en la que se proporciona un diodo entre los condensadores conectados en paralelo; sin embargo, un voltaje de CC dado al filtro activo se vuelve insuficiente y, finalmente, no se obtiene una corriente de compensación adecuada.

- 5 La presente invención se ha realizado teniendo en cuenta las circunstancias descritas anteriormente, y es un objeto de la presente invención proporcionar una tecnología para aumentar el voltaje de CC, que se proporciona al filtro activo, mediante una configuración simple.

Medios para resolver los problemas

- 10 El filtro activo según la presente invención descrito en la reivindicación 1 está conectado en paralelo a un circuito rectificador (2) entre un conjunto de líneas de entrada de CA (W) y un par de buses de CC (LH, LL) entre los cuales está conectada una carga (4), rectificando el circuito rectificador los voltajes de CA (V_r , V_s , V_t) ingresados desde el conjunto de líneas de entrada de CA y emitiendo un voltaje de CC (Vdc) al par de buses de CC. Aquí, una corriente (I7) fluye desde la fuente de alimentación de CA (1) a través del circuito rectificador (2) a la carga (4) se superpone por una corriente (I5) que fluye desde la fuente de alimentación de CA (1) a través de reactores de interconexión (6) al filtro activo para la compensación de corriente armónica de una corriente (I0) que fluye de la fuente de alimentación de CA (1).

- 15 A continuación, un primer aspecto del filtro activo incluye: un primer condensador (C2); un par de elementos limitadores de corriente (D1, D2, R2), cada uno de los cuales conecta cada uno de los extremos del primer condensador a cada uno de los pares de buses de CC, y al menos uno de ellos es un diodo (D1) dispuesto en una orientación hacia adelante con respecto al voltaje de CC; y un inversor (5) que incluye un conjunto de terminales del lado de CA (51, 52, 53) conectados al conjunto de líneas de entrada de CA, un par de terminales del lado de CC (54, 55) conectados a ambos extremos del primer condensador, una pluralidad de elementos de conmutación, cada uno de los cuales conecta cada uno de los terminales del lado de CA y cada uno de los terminales del lado de CC entre sí, y una pluralidad de diodos, cada uno de los cuales está conectado en antiparalelo a cada uno de los elementos de conmutación.

- 20 Por ejemplo, véase el segundo aspecto, cada uno de los pares de elementos limitadores de corriente es el diodo (D1, D2) dispuesto en la orientación hacia adelante con respecto al voltaje de CC. Alternativamente, véase el tercer aspecto, otro en el par de elementos limitadores de corriente es una resistencia (R2).

- 25 Un cuarto aspecto del filtro activo según la presente invención es el primer aspecto del cuarto aspecto del mismo, donde el circuito rectificador (2) incluye un puente de diodos (21) y un filtro de paso bajo (22), el filtro de paso bajo (22) se proporciona entre el puente de diodos (21) y el par de buses de CC (LH, LL), y el puente de diodos (21) se proporciona entre el conjunto de líneas de entrada de CA (W) y el filtro de paso bajo (22). El filtro de paso bajo incluye: un primer reactor (DCL1) provisto entre uno (LH) en el par de buses de CC y el puente de diodos (21); un segundo reactor (DCL2) provisto entre otros (LL) en el par de buses de CC y el puente de diodos (21); y un segundo condensador (C1) provisto entre el par de buses de CC (LH, LL).

- 30 Un quinto aspecto del filtro activo según la presente invención es uno de los aspectos primero a cuarto del mismo, que incluye además: un circuito de sujeción (8), que se proporciona entre el primer condensador (C2) y el par de elementos limitadores de corriente (D1, D2, R2), e incluye al menos uno (D3) de diodos de sujeción inverso al voltaje de CC (Vdc), y un condensador de sujeción (C3) conectado en paralelo al primer condensador a través del diodo de sujeción más en el primer lado del condensador que el del par de elementos limitadores de corriente. El par de elementos limitadores de corriente están conectados en serie al condensador de sujeción entre el par de buses de CC, y el uno (D1) en el par de elementos limitadores de corriente está conectado a uno en un par de extremos del primer condensador a través del diodo de sujeción.

- 35 Un sexto aspecto del filtro activo según la presente invención es el quinto aspecto del mismo, donde el circuito de sujeción (8) incluye además otro diodo de sujeción (D4), que está conectado en serie al diodo de sujeción (D3) y al condensador de sujeción (C3) entre el par de extremos del primer condensador (C2) y es inverso al voltaje de CC (Vdc).

- 40 Un séptimo aspecto del filtro activo según la presente invención es uno de los aspectos quinto y sexto, que incluye además: un tercer reactor (L91) y un cuarto reactor (L92), que se acoplan inductivamente entre sí con una misma polaridad. El tercer reactor está conectado en serie con el uno (D1) en el par de elementos limitadores de corriente entre el uno en el par de extremos del primer condensador (C2) y uno (LH) de los buses de CC, y el cuarto reactor está conectado en serie a otro (D2, R2) en el par de elementos limitadores de corriente entre otros en el par de extremos del primer condensador (C2) y otro (LL) en los buses de CC. Cada uno del tercer reactor y el cuarto reactor está en el primer lado del condensador (C2) con respecto al condensador de sujeción (C3), o en un lado opuesto al primer condensador.

- 45 Según un octavo aspecto de la presente invención, un dispositivo de conversión de CA-CC puede estar compuesto incluyendo: el filtro activo según la presente invención; y el circuito rectificador (2).

Efectos de la invención

5 Conforme a los aspectos primero a tercero del filtro activo según la presente invención, mediante una configuración de este tipo en la que el primer condensador provisto generalmente en el filtro activo se conecta al par de buses de CC a través del par de elementos limitadores de corriente, se obtiene un voltaje más alto que el voltaje entre los buses de CC en el primer condensador, y se puede realizar la supresión de la corriente armónica.

Conforme al cuarto aspecto del filtro activo según la presente invención, un componente portador para usar en el control del inversor se reduce en la corriente que fluye a través de las líneas de entrada de CA.

10 Conforme al quinto aspecto del filtro activo según la presente invención, incluso si se reduce la capacitancia electrostática de cada uno del primer condensador y del segundo condensador, se suprimen las fluctuaciones del voltaje de cada uno de ellos.

Conforme al sexto aspecto del filtro activo según la presente invención, se reducen las capacidades de corriente del diodo de sujeción y los diodos, que sirven como elementos limitadores de corriente.

Conforme al séptimo aspecto del filtro activo según la presente invención, se reduce la capacidad de potencia requerida para el condensador de sujeción.

15 Los objetos, características, aspectos y ventajas de la presente invención serán más obvios mediante la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de circuito que muestra un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo según una primera realización;

20 La Figura 2 es un diagrama de circuito que muestra un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo que sirve como ejemplo comparativo;

Las Figuras 3 y 4 son gráficos que muestran las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en el sistema de accionamiento del motor en el que se adopta el filtro activo que sirve como ejemplo comparativo;

25 Las Figuras 5 y 6 son gráficos que muestran las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en el sistema de accionamiento del motor en el que se adopta el filtro activo según la primera realización;

La Figura 7 es un diagrama de circuito que muestra un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo según una segunda realización;

Las Figuras 8 y 9 son gráficos que muestran las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en el sistema de accionamiento del motor en el que se adopta el filtro activo según la segunda realización;

30 La Figura 10 es un diagrama de circuito que muestra un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo según una tercera realización;

Las Figuras 11 y 12 son gráficos que muestran las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en el sistema de accionamiento del motor en el que se adopta el filtro activo según la tercera realización;

35 La Figura 13 es un diagrama de circuito que muestra un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo según un primer ejemplo de modificación;

La Figura 14 es un diagrama de circuito que muestra un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo según un segundo ejemplo de modificación;

La Figura 15 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo según una cuarta realización;

40 La Figura 16 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo que sirve como ejemplo comparativo con la cuarta realización;

La Figura 17 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en el sistema de accionamiento del motor en el que se adopta el filtro activo según la cuarta realización;

45 La Figura 18 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo que sirve como un tercer ejemplo de modificación;

La Figura 19 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo que sirve como un cuarto ejemplo de modificación;

- La Figura 20 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta el filtro activo que sirve como cuarto ejemplo de modificación;
- La Figura 21 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo según una quinta realización;
- 5 La Figura 22 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta el filtro activo según la quinta realización;
- La Figura 23 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo que sirve como un quinto ejemplo de modificación;
- 10 La Figura 24 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta el filtro activo que sirve como quinto ejemplo de modificación;
- La Figura 25 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo que sirve como ejemplo comparativo con la quinta realización;
- 15 La Figura 26 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo según una sexta realización.
- La Figura 27 es un diagrama de circuito que muestra un circuito equivalente en el sistema de accionamiento del motor en el que se adopta el filtro activo según la sexta realización;
- La Figura 28 es un gráfico que explica un voltaje de modo común en la sexta realización;
- La Figura 29 es un gráfico que explica un ruido de modo común en la sexta realización;
- 20 La Figura 30 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en el sistema de accionamiento del motor en el que se adopta el filtro activo según la sexta realización.
- La Figura 31 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración del filtro activo según la sexta realización.
- 25 La Figura 32 es un diagrama de circuito que muestra un circuito equivalente en un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta el filtro activo según la sexta realización.
- La Figura 33 es un gráfico que explica un ruido de modo común en la sexta realización.
- La Figura 34 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en el sistema de accionamiento del motor en el que se adopta el filtro activo según la sexta realización;
- 30 La Figura 35 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo que sirve como un sexto ejemplo de modificación;
- La Figura 36 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo que sirve como un séptimo ejemplo de modificación;
- La Figura 37 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo que sirve como un octavo ejemplo de modificación;
- 35 La Figura 38 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo que sirve como un noveno ejemplo de modificación;
- La Figura 39 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta el filtro activo según el séptimo ejemplo de modificación;
- 40 La Figura 40 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en el sistema de accionamiento del motor en el que se adopta el filtro activo según el octavo ejemplo de modificación;
- La Figura 41 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en el sistema de accionamiento del motor en el que se adopta el filtro activo que sirve como noveno ejemplo de modificación;
- La Figura 42 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo que sirve como un décimo ejemplo de modificación; y
- 45 La Figura 43 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en el sistema de accionamiento del motor en el que se adopta el filtro activo según décimo ejemplo de modificación.

Descripción de las realizaciones

Primera realización

La Figura 1 es un diagrama de circuito que muestra un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo según una primera realización.

- 5 En el sistema de accionamiento del motor, un circuito rectificador 2 rectifica los voltajes de CA trifásicos Vr, Vs y Vt, y emite un voltaje de CC Vdc a un par de buses de CC LH y LL. Se conecta una carga 4 entre el par de buses de CC LH y LL. Los voltajes Vr, Vs y Vt provienen de una fuente de alimentación de CA 1 a través de un conjunto de líneas de entrada de CA W.
- 10 A continuación, el filtro activo es un denominado filtro activo paralelo, que se conecta en paralelo al circuito rectificador 2 entre el conjunto de líneas de entrada de CA W y el par de buses de CC LH y LL.
- El filtro activo incluye: un inversor 5; un condensador C2; y un par de elementos limitadores de corriente. Cualquiera de los dos elementos limitadores de corriente es un diodo, y en la primera realización, se ilustra un caso donde el par de elementos limitadores de corriente es un par de diodos.
- 15 El par de diodos son diodos D1 y D2, respectivamente. Cada uno de estos conecta cada uno de un par de extremos del condensador C2 a cada uno del par de buses de CC LH y LL. A continuación, cada uno de los diodos D1 y D2 está dispuesto en una orientación hacia adelante con respecto al voltaje de CC Vdc.
- Específicamente, el potencial del bus de CC LH es mayor que el potencial del bus de CC LL. Un ánodo del diodo D1 y un cátodo del diodo D2 están conectados al bus de CC LH y al bus de CC LL, respectivamente. Un cátodo del diodo D1 y un ánodo del diodo D2 están conectados a un extremo del lado de alto potencial del condensador C2 y un extremo del lado del bajo potencial del condensador C2, respectivamente.
- 20 El inversor 5 incluye: un conjunto de terminales 51, 52 y 53 del lado de CA, que están conectados al conjunto de líneas de entrada de CA W a través de reactores de interconexión 6; y un par de terminales 54 y 55 del lado de CC conectados a ambos extremos del condensador C2. El inversor 5 incluye además una pluralidad de elementos de conmutación, cada uno de los cuales conecta cada uno de los terminales 51, 52 y 53 del lado de CA y cada uno de los terminales 54 y 55 del lado de CC entre sí. En la Figura 1, estos elementos de conmutación se muestran como IGBT (transistores bipolares de puerta aislada). El inversor 5 también incluye además una pluralidad de diodos, cada uno de los cuales está conectado en antiparalelo a cada uno de estos elementos de conmutación.
- Una configuración de dicho inversor 5 y una operación en sí misma del mismo se conocen en público, y por consiguiente, aquí se omite una descripción detallada del mismo.
- 30 El circuito rectificador 2 incluye: un puente de diodos 21; y un filtro de paso bajo 22. El filtro de paso bajo 22 se proporciona entre el puente de diodos 21 y el par de buses de CC LH y LL. El puente de diodos 21 se proporciona entre el conjunto de líneas de entrada de CA W y el filtro de paso bajo 22.
- Es deseable que el filtro de paso bajo 22 se proporcione desde el punto de vista de suprimir un contenido armónico causado por la conmutación del inversor 5. Sin embargo, el filtro de paso bajo 22 no es esencial en una función en la que el filtro activo compensa una corriente armónica resultante de la carga 4.
- 35 El filtro de paso bajo 22 incluye: un reactor DCL1 provisto entre el bus de CC LH y el puente de diodos 21; y un condensador C1 proporcionado entre el par de buses de CC LH y LL. El reactor DCL1 puede proporcionarse entre el bus de CC LL y el puente de diodos 21.
- La carga 4 es una carga de CC; sin embargo, la corriente armónica fluye a su través. Por ejemplo, la carga 4 incluye un inversor 41 y un motor 42. El inversor 41 convierte el voltaje de CC Vcc en un voltaje de CA y suministra el voltaje de CA al motor 42. Por ejemplo, el motor 42 es un motor de CA que acciona un compresor que comprime un refrigerante.
- Para explicar los efectos del filtro activo según la primera realización, se introduce y describe un ejemplo comparativo.
- 45 La Figura 2 es un diagrama de circuito que muestra un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo que sirve como ejemplo comparativo con la primera realización. El filtro activo que se muestra en la Figura 2 corresponde a una estructura en la cual el diodo D2 del filtro activo que se muestra en la Figura 1 está en cortocircuito y se retira.
- Es decir, en el ejemplo comparativo en cuestión, tales extremos del lado de bajo potencial de los respectivos condensadores C1 y C2 están comúnmente conectados al bus de CC LL.
- 50

Por lo tanto, una corriente, que va desde el bus de CC LL hacia el terminal 55 del lado de CC, y no fluye en la configuración según la primera realización, fluye en una configuración según el ejemplo comparativo. En lo sucesivo, se describirán los detalles.

5 Cuando se introduce una corriente I7 que fluye desde la fuente de alimentación de CA 1 a través del circuito rectificador 2 a la carga 4 y una corriente I5 que fluye desde la fuente de alimentación de CA 1 a través de los reactores de interconexión 6 al filtro activo (más específicamente, el inversor 5), a continuación una corriente I0 (también es una corriente que fluye a través de las líneas de entrada de CA W), que fluye fuera de la fuente de alimentación de CA 1, se convierte en una suma de la corriente I7 y la corriente I5. Además, se introduce una corriente I1 que fluye desde el bus de CC LH al terminal 54 del lado de CC y una corriente I2 que fluye desde el terminal 54 del lado de CC al bus LL de CC.

10 Sin embargo, mientras $I2 \geq 0$ se establece en la configuración según la primera realización, $I2 < 0$ se puede establecer en el ejemplo comparativo.

15 En lo sucesivo, se hará una descripción suponiendo que el voltaje V_s de una fase S es mayor que el voltaje V_r de una fase R. Con referencia a la Figura 2, un componente en la corriente I5, que fluye desde la fase S a la fase R, fluye a través de un diodo D_{su} del lado del brazo superior, que corresponde a la fase S del inversor 5, y a través de un elemento de conmutación Q_{ru} del lado del brazo superior, que corresponde a la fase R y es conductor. Un componente en la corriente I7, que fluye de la fase S a la fase R, fluye a través de un diodo R_{su} del lado del brazo superior, que corresponde a la fase S del puente de diodos 21, el reactor DCL1 y el diodo D1. A continuación, una parte del componente fluye hacia el condensador C2, y otra parte fluye a través del elemento de conmutación Q_{ru} del lado del brazo superior. La descripción de estas corrientes es similar entre la configuración según la primera realización y la configuración según el ejemplo comparativo.

20 Además, en la configuración según el ejemplo comparativo, la corriente I2 puede volverse negativa como se mencionó anteriormente, y por consiguiente, la corriente I2 puede fluir a través del elemento de conmutación Q_{ru} del lado del brazo superior desde el bus de CC LL a través del condensador C2. De esta manera, un voltaje V_{dc2} mantenido por el condensador C2 se vuelve sustancialmente igual al voltaje de CC V_{dc} mantenido por el condensador C1. Esto se debe a que, dado que una corriente para cargar el condensador C2 es sustancialmente una suma de las corrientes I1 e I2, el condensador C2 se vuelve más difícil de cargar ya que el valor de la corriente I2 es menor (ya que un valor absoluto es mayor si el valor es negativo).

25 Cuando el voltaje V_{dc2} es sustancialmente igual al voltaje de CC V_{dc} , no se puede hacer que la corriente I5 para compensar la corriente armónica fluya apropiadamente. Este es un problema ya señalado para el documento de patente 3.

30 La Figura 3 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en la configuración que sirve como ejemplo comparativo. Con respecto a una forma de onda de la corriente I2 que se muestra en un segundo nivel, un período mientras la corriente I2 se vuelve negativa es largo. De esta manera, como se muestra en un tercer nivel, el voltaje V_{dc2} permanece solo un poco más allá del voltaje de CC V_{dc} .

35 Además, como se muestra en un primer nivel, la corriente I2 fluye, por lo que la corriente I7 también se ve perturbada en gran medida, la compensación de la corriente armónica por la corriente I5 no es suficiente y, finalmente, la corriente I0 exhibe una forma de onda que está en gran parte fuera de la onda sinusoidal. Tenga en cuenta que, con respecto a las formas de onda de las corrientes I0, I5 e I7, se muestra una forma de onda para una fase, por ejemplo, la fase R. Lo mismo se aplica a otros dibujos.

40 Como medidas para aumentar el voltaje V_{dc2} más que el voltaje de CC V_{dc} , se menciona tal operación de suprimir la pulsación del voltaje de CC V_{dc} aumentando una capacitancia electrostática del condensador C1.

45 La Figura 4 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en la configuración que sirve como ejemplo comparativo. Aquí, la capacitancia electrostática del condensador C1 se selecciona para que sea mayor en un caso (varios miles de μF) que se muestra en la Figura 4 en comparación con un caso (varias decenas de μF) que se muestra en la Figura 3.

50 En comparación entre la Figura 3 y la Figura 4, se ve que el período mientras la corriente I2 es negativa se reduce al aumentar la capacitancia electrostática del condensador C1. Sin embargo, existe un período en el que el voltaje de CC V_{dc} y el voltaje V_{dc2} coinciden entre sí, y además, un incremento del voltaje V_{dc2} con respecto al voltaje de CC V_{dc} también es insuficiente. Por lo tanto, la forma de onda de la corriente I0 está en gran parte fuera de la onda sinusoidal.

La Figura 5 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en la configuración según la primera realización. Aquí, una capacitancia electrostática del condensador C1 está alineada con la del caso que se muestra en la Figura 3.

55 Como se ve desde un segundo nivel y un tercer nivel, la corriente I2 es positiva y, por lo tanto, la corriente para cargar el condensador C2 es mayor en la configuración según la primera realización que en el ejemplo comparativo.

Por consiguiente, el voltaje Vdc2 se vuelve significativamente más alto que el voltaje de CC Vdc, y la compensación del contenido armónico de la corriente I7 por la corriente I5 también se realiza suficientemente. De esta manera, la forma de onda de la corriente I0 se ha convertido en una forma de onda sinusoidal sustancial.

5 La Figura 6 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en la configuración según la primera realización. Aquí, la capacitancia electrostática del condensador C1 está alineada con la del caso que se muestra en la Figura 4.

10 En comparación con el caso que se muestra en la Figura 5, en un caso que se muestra en la Figura 6, se suprime la pulsación del voltaje de CC Vdc, por lo que el voltaje Vdc2 se incrementa aún más (un valor pico del voltaje de CC Vdc es aproximadamente 280 V en cada una de las Figuras 5 y 6; sin embargo, el voltaje Vdc2 es aproximadamente 340 V en la Figura 6 mientras que el voltaje Vdc2 es aproximadamente 320 V en la Figura 5).

La corriente I7 es más propensa a ser perturbada cuando la capacitancia electrostática del condensador C1 es mayor (Figura 6); sin embargo, la corriente I5 compensa suficientemente esta perturbación, y la forma de onda de la corriente I0 también se ha convertido en una forma de onda sinusoidal sustancial.

15 De lo anterior, se ve que los efectos de la primera realización se ejercen independientemente de la magnitud de la capacitancia electrostática del condensador C1. Es decir, por ejemplo, un condensador electrolítico, que en gran medida es capaz de suavizar la pulsación del voltaje de CC Vdc, también puede conectarse en paralelo al condensador C1.

20 Como se describió anteriormente, conforme a la primera realización, mediante dicha configuración simple en la cual el condensador C2 provisto usualmente en el filtro activo está conectado al par de buses de CC LH y LL a través del par de diodos D1 y D2, se obtiene el voltaje Vdc2 mayor que el voltaje Vdc, por lo que se puede suprimir la corriente armónica. Esto es ventajoso en un punto en que no se requiere el chopper de refuerzo como se muestra en el documento de patente 1 y el transformador como se muestra en el documento de patente 2.

Segunda realización

25 La Figura 7 es un diagrama de circuito que muestra un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo según una segunda realización. El filtro activo según la segunda realización se obtiene reemplazando el diodo D2 por una resistencia R2 para el filtro activo según la primera realización (consulte la Figura 1).

30 Es decir, aunque el filtro activo según la segunda realización es común al filtro activo según la primera realización en el punto en que se proporciona el par de elementos limitadores de corriente mencionados anteriormente, el filtro activo según la segunda realización es diferente del filtro activo según la primera realización en el punto de que uno en el par de elementos limitadores de corriente es el diodo D1 y el otro es la resistencia R2.

La resistencia R2 limita la corriente I2 y reduce el valor absoluto de la corriente I2. Desde otro punto de vista, la corriente I2 genera una caída de voltaje en la resistencia R2. Por lo tanto, el voltaje Vdc2 puede considerarse mayor que el voltaje de CC Vdc.

35 La Figura 8 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en una configuración según la segunda realización. Aquí, la capacitancia electrostática del condensador C1 está alineada con la del caso que se muestra en la Figura 3.

40 A diferencia de la corriente I2 de la primera realización, y de manera similar a la corriente I2 del ejemplo comparativo, la corriente I2 de la segunda realización tiene un período de ser negativo. Sin embargo, un valor máximo de un valor absoluto de la corriente I2 en la segunda realización es la mitad o menos de un valor máximo del valor absoluto de la corriente I2 en el ejemplo comparativo. De esta manera, también en la segunda realización, se obtiene aproximadamente 310 V como el voltaje Vdc2.

La Figura 9 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en la configuración según la segunda realización. Aquí, la capacitancia electrostática del condensador C1 está alineada con la del caso que se muestra en la Figura 4.

45 En comparación con el caso que se muestra en la Figura 8, en un caso que se muestra en la Figura 9, se suprime la pulsación del voltaje de CC Vdc, por lo que el voltaje Vdc2 se incrementa aún más (el valor pico del voltaje de CC Vdc es de aproximadamente 280 V en cada una de las Figuras 8 y 9; sin embargo, el voltaje Vdc2 es de aproximadamente 310 a 320 V en la Figura 9, mientras que el voltaje Vdc2 es de aproximadamente 310 V en la Figura 8).

50 La corriente I7 es más propensa a ser perturbada cuando la capacitancia electrostática del condensador C1 es mayor (Figura 9); sin embargo, la corriente I5 compensa suficientemente esta perturbación, y la forma de onda de la corriente I0 también se ha convertido en una forma de onda sinusoidal sustancial.

De lo anterior, se ve que los efectos de la segunda realización se ejercen independientemente de la magnitud de la capacitancia electrostática del condensador C1.

Además, conforme a la segunda realización, mediante dicha configuración simple en la que el condensador C2 normalmente proporcionado en el filtro activo está conectado al par de buses de CC LH y LL a través de el al menos un diodo D1 y la resistencia R2 como el elemento limitador de corriente, se obtienen efectos similares a los efectos de la primera realización.

5 Tercera realización

La Figura 10 es un diagrama de circuito que muestra un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo según una tercera realización. El filtro activo según la tercera realización se obtiene mediante la adición de un reactor DCL2 en el filtro de paso bajo 22 para el filtro activo según la primera realización (consulte la Figura 1). Aunque el filtro de paso bajo 22 no es esencial en la primera realización, el filtro de paso bajo 22 es esencial en la

10 tercera realización.
Se entiende que el filtro de paso bajo 22 según la tercera realización incluye: el reactor DCL1 provisto entre el bus de CC LH y el puente de diodos 21; el reactor DCL2 proporcionado entre el bus de CC LL y el puente de diodos 21; y el condensador C1 provisto entre los buses de CC LH y LL.

15 También se puede considerar que, en el filtro de paso bajo 22, los reactores DCL1 y DCL2 están conectados en serie entre sí mientras intercalan el condensador C1 entre ellos entre un par de terminales en un lado de salida del puente de diodos 21.

La Figura 11 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en la configuración según la tercera realización, que muestra los mismos contenidos que los de la Figura 5. Sin embargo, la Figura 11 es el gráfico en el que los ejes de ordenadas de las corrientes I1 e I2 mostrados en la Figura 5 están ampliados y mostrados. De la Figura 11, se ve que las formas de onda de las corrientes I1 e I2 son muy diferentes entre sí. Esto es causado por un desequilibrio entre las rutas de corriente a través de las cuales fluyen las corrientes I1 e I2. A continuación, debido al desequilibrio en cuestión, en cada una de las corrientes I0, I5 e I7, la forma de onda se muestra en negrita en una sección donde la corriente I7 es negativa. Este hecho de que la forma de onda se vea en negrita indica que, aunque se adopta el filtro de paso bajo 22, se superpone una señal portadora adoptada para controlar la conmutación del inversor 5.

25 En lo sucesivo, con referencia a la Figura 10, se hará una descripción de un estado donde este desequilibrio se reduce en la tercera realización.

30 Cuando se establece $V_r < V_s$, un componente en la corriente I5, que va de la fase S a la fase R, tiene dos rutas. Una primera ruta es una ruta que pasa, en el siguiente orden, a través del diodo Dsu del lado del brazo superior, que corresponde a la fase S del inversor 5, y a través del elemento de conmutación Qru del lado del brazo superior, que corresponde a las fases R y es conductor. Una segunda ruta es una ruta donde la corriente fluye como la corriente I1, y es una ruta que pasa, en el siguiente orden, a través del diodo Rsur del lado del brazo superior, que corresponde a la fase S del puente de diodos 21, el reactor DCL1, el bus de CC LH, el diodo D1 y el elemento de conmutación Qru del lado del brazo superior. También en la configuración según la primera realización, que se muestra en la Figura 1, el reactor DCL1 está presente en la segunda ruta.

35 Cuando se establece $V_r > V_s$, un componente en la corriente I5, que va de la fase R a la fase S, tiene dos rutas. Una primera ruta es una ruta que pasa, en el siguiente orden, a través de un elemento de conmutación Qrd del lado del brazo inferior, que corresponde a la fase R y es conductor, y a través de un diodo Dsd del lado del brazo inferior, que corresponde a la fase S del inversor 5. Una segunda ruta es una ruta donde la corriente fluye como la corriente I2, y es una ruta que pasa a través del elemento de conmutación Qrd del lado del brazo inferior, el diodo D2, el bus de CC LL y un diodo Rsd del lado del brazo inferior, que corresponde a la fase S del puente de diodos 21. Aunque el reactor DCL2 no está presente en la segunda ruta en la configuración según la primera realización, que se muestra en la Figura 1, el reactor DCL2 está presente en la segunda ruta en la configuración según la tercera realización, que se muestra en la Figura 10.

40 Como se describió anteriormente, en la tercera realización, los reactores DCL1 y DCL2 están presentes en cada una de las rutas donde fluyen las corrientes I1 e I2. De esta manera, se alivia el desequilibrio entre las corrientes I1 e I2.

La Figura 12 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en la configuración según la tercera realización, que muestra un contenido correspondiente a la Figura 11. En comparación con el caso mostrado en la Figura 11, en un caso mostrado en la Figura 12, se ve que las formas de onda de las corrientes I1 e I2 son similares entre sí, y que la superposición de la señal portadora en las formas de onda de las corrientes I0, I5 e I7 se reduce.

45 Como se describió anteriormente, en la tercera realización, en la configuración del filtro de paso bajo 22, el condensador C1 se intercala entre el par de reactores DCL1 y DCL2, y además, estos tres componentes están conectados en serie entre sí en el lado de salida del puente de diodos 21. De esta manera, se alivia el desequilibrio entre las corrientes I1 e I2, por lo que un componente portador para usar en el control del inversor 5 se reduce en la corriente I0.

Primer ejemplo de modificación

La Figura 13 es un diagrama de circuito que muestra un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo según un primer ejemplo de modificación. En la configuración mostrada en la primera realización (consulte la Figura 1), se proporciona una configuración en la que el diodo D1 es reemplazado por la resistencia R1. De manera similar a la configuración mostrada en la segunda realización (consulte la Figura 7), dicha configuración hace que la resistencia R1 funcione como un elemento limitador de corriente y puede obtener efectos similares.

Segundo ejemplo de modificación

La Figura 14 es un diagrama de circuito que muestra un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo según un segundo ejemplo de modificación. En la configuración mostrada en la tercera realización (consulte la Figura 10), se proporciona una configuración en la que el diodo D2 es reemplazado por la resistencia R2. Conforme a dicha configuración, se pueden obtener efectos similares a los de la tercera realización en consideración del contenido descrito en la segunda realización. Sin embargo, la corriente I1 fluye a través del diodo D1, y la corriente I2 fluye a través de la resistencia R2, y por consiguiente, el efecto de absorber el desequilibrio entre las corrientes I1 e I2 se espera más en la tercera realización.

Como se describió anteriormente, la primera realización, la segunda realización, la tercera realización y las modificaciones de las mismas se pueden combinar entre sí para crear modificaciones siempre que cada una de ellas no rompa las funciones y los efectos de las otras.

Cuarta Realización

La Figura 15 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo según una cuarta realización. El filtro activo según la cuarta realización se obtiene agregando un circuito de sujeción 8 al filtro activo según la primera realización (consulte la Figura 1).

En el caso de reducir las capacitancias electrostáticas de los condensadores C1 y C2, es particularmente adecuado proporcionar el circuito de sujeción 8 como se describió anteriormente. En un caso donde se reduce la capacidad electrostática del condensador C1, y se adopta un denominado inversor electrolítico sin condensador (por ejemplo, consulte el documento de patente 4 y el documento de patente 5), la capacidad electrostática del condensador C2 también puede ser reducida. Cuando las capacitancias electrostáticas de los condensadores C1 y C2 son bajas, una influencia dada al voltaje de CC Vdc y al voltaje Vdc2 (consulte la primera realización) por las corrientes de sobretensión emitidas desde el circuito rectificador 2 y el inversor 5 es grande. Por consiguiente, dicha influencia se reduce proporcionando el circuito de sujeción 8.

En otras palabras, se proporciona el circuito de sujeción 8, por lo que, incluso si las capacitancias electrostáticas de los condensadores C1 y C2 son bajas, se suprimen las fluctuaciones del voltaje de CC Vdc y el voltaje Vdc2, que son sus respectivos voltajes.

Específicamente, en la cuarta realización, el circuito de sujeción 8 incluye un diodo de sujeción D3 y un condensador de sujeción C3. El diodo de sujeción D3 se proporciona entre el condensador C2 y el diodo D1 como elemento limitador de corriente, y es inverso al voltaje de CC Vdc. Más específicamente, con respecto al diodo de sujeción D3, un ánodo del mismo está conectado al condensador C2, y un cátodo del mismo está conectado a un cátodo del diodo D1.

Los diodos D1 y D2 como el par de elementos limitadores de corriente están conectados en serie al condensador de sujeción C3 entre los buses de CC LH y LL. El diodo D1 está conectado a un extremo del condensador C1 a través del diodo de sujeción D3. Por lo tanto, específicamente, el condensador de sujeción C3 está conectado entre el cátodo del diodo D1 y el ánodo del diodo D2. Desde otro punto de vista, el condensador de sujeción C3 está conectado en paralelo al condensador C2 a través del diodo de sujeción D3 más en el lado del condensador C2 que el diodo D1.

La Figura 16 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo que sirve como ejemplo comparativo con la cuarta realización. Específicamente, el ejemplo comparativo tiene una configuración en la que el diodo D2 que se muestra en la Figura 15 está en cortocircuito y se retira. Es decir, una relación del ejemplo comparativo con la cuarta realización es la misma que una relación del ejemplo comparativo (en la primera realización) con la primera realización.

La Figura 17 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en el sistema de accionamiento del motor en el que se adopta el filtro activo según la cuarta realización. En la Figura 16 y la Figura 17, las corrientes I0, I5 y I7 son las descritas en la primera realización, y se ilustran en la Figura 1.

Como resulta obvio de la comparación entre la Figura 16 y la Figura 17, en un caso donde se adopta el filtro activo según la cuarta realización, la diferencia entre el voltaje Vdc2 y el voltaje de CC Vdc es mayor y la corriente I0 es más aproximada a la onda sinusoidal que en el caso donde se adopta el filtro activo como ejemplo comparativo.

Es decir, también en la configuración en la que se proporciona el circuito de sujeción 8, de manera similar a la primera realización, mediante dicha configuración simple en la que el condensador C2 está conectado al par de buses de CC LH y LL a través del par de diodos D1 y D2, se obtiene el voltaje Vdc2 más alto que el voltaje de CC Vdc, por lo que se puede suprimir la corriente armónica.

5 La Figura 18 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo de un tercer ejemplo de modificación como una modificación de la cuarta realización. Para la cuarta realización, el tercer ejemplo de modificación adopta, como el filtro de paso bajo 22, una configuración adoptada en la tercera realización, es decir, una configuración en la que los reactores DCL1 y DCL2 están conectados en serie entre sí mientras intercalan el condensador C1 entre el par de terminales del lado de salida del puente de diodos 21.

Es decir, una relación del tercer ejemplo de modificación con la cuarta realización es la misma que una relación de la tercera realización con la primera realización.

15 Las formas de onda de las corrientes I0, I5 e I7 que se muestran en la Figura 17 se muestran en negrita en la sección donde la corriente I7 es negativa. Este hecho de que las formas de onda se vean en negrita indica que, como se describe en la tercera realización, aunque el filtro de paso bajo 22 se adopta en la primera realización, dicha señal portadora adoptada para controlar la conmutación del inversor 5 se superpone. Esto se debe al desequilibrio entre las rutas de corriente a través de las cuales fluyen las corrientes I1 e I2.

20 Por lo tanto, de manera similar a la tercera realización, se adoptan los reactores DCL1 y DCL2, por lo que el equilibrio en cada uno de ellos también se refleja en las formas de onda de las corrientes I0, I5 e I7 como se muestra en la Figura 18.

Por lo tanto, de manera similar a la tercera realización, también en el tercer ejemplo de modificación, se alivia el desequilibrio entre las corrientes I1 e I2, por lo que el componente portador para usar en el control del inversor 5 se reduce en la corriente I0.

25 La Figura 19 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo de un cuarto ejemplo de modificación como una modificación de la cuarta realización. Para la cuarta realización, el cuarto ejemplo de modificación adopta una resistencia R2 en lugar del diodo D2 como elemento limitador de corriente. Es decir, una relación del cuarto ejemplo de modificación con la cuarta realización es la misma que una relación de la segunda realización con la primera realización.

30 La Figura 20 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta el filtro activo que sirve como cuarto ejemplo de modificación. De manera similar a la segunda realización, en la corriente I2, están presentes muchos períodos mientras la corriente I2 es negativa; sin embargo, el voltaje Vdc2 es obviamente más alto que el voltaje de CC Vdc. De esta manera, también se obtienen efectos similares a los de la segunda realización en el cuarto ejemplo de modificación.

Quinta realización

35 La Figura 21 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo según una quinta realización. Un circuito de sujeción 8 en la quinta realización tiene una configuración en la que se agrega un diodo de sujeción D4 al circuito de sujeción 8 mostrado en la cuarta realización.

40 Específicamente, el diodo de sujeción D4 está conectado en serie al diodo de sujeción D3 y al condensador de sujeción C3 entre el par de extremos del condensador C2. El diodo de sujeción D4 es inverso al voltaje de CC Vcc. Más específicamente, con respecto al diodo de sujeción D4, un ánodo del mismo está conectado al ánodo del diodo D2, y un cátodo del mismo está conectado al condensador C2.

45 Cuando los buses de CC del lado LH y LL se ven desde el inversor 5, el diodo de sujeción D4 y el diodo D2 están conectados en serie entre sí, y están dispuestos de modo que las direcciones hacia adelante del mismo sean inversas entre sí. Por lo tanto, las corrientes que fluyen a través de los diodos D1 y D2 y los diodos de sujeción D3 y D4, cargan inevitablemente el condensador de sujeción C3. Por lo tanto, una capacidad de corriente requerida para el diodo de sujeción D3 puede reducirse proporcionando el diodo de sujeción D4. Además, es suficiente que la capacidad de corriente requerida para el diodo de sujeción D4 sea sustancialmente igual a la capacidad de corriente requerida para el diodo de sujeción D3. Por lo tanto, además, las capacidades de corriente requeridas para los diodos D1 y D2 también se pueden reducir.

50 La Figura 22 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en el sistema de accionamiento del motor en el que se adopta el filtro activo según la quinta realización. Las corrientes I1 e I2 en la quinta realización son más pequeñas que las corrientes I1 e I2 en la cuarta realización (consulte la Figura 17). Esto sirve como base para la reducción de las capacidades de corriente requeridas para los diodos D1 y D2 y los diodos de sujeción D3 y D4, que se mencionan anteriormente.

Además, en esta realización, se mejora el equilibrio entre las corrientes I1 e I2, y por consiguiente, los componentes portadores en las corrientes I0, I5 e I7 se reducen en comparación con los de la cuarta realización.

5 La Figura 23 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo que sirve como un quinto ejemplo de modificación. Para la quinta realización, el quinto ejemplo de modificación adopta la resistencia R2 en lugar del diodo D2 como elemento limitador de corriente. Es decir, una relación del quinto ejemplo de modificación con la quinta realización es la misma que la relación de la segunda realización con la primera realización.

10 La Figura 24 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta el filtro activo que sirve como quinto ejemplo de modificación. De manera similar a la segunda realización, en la corriente I2, están presentes muchos períodos mientras la corriente I2 es negativa; sin embargo, el voltaje Vdc2 es obviamente más alto que el voltaje de CC Vdc. De esta manera, también se obtienen efectos similares a los de la segunda realización en el quinto ejemplo de modificación.

15 Tenga en cuenta que, en el quinto ejemplo de modificación, el componente portador no puede bloquearse tanto como lo hace una corriente inversa del diodo D2. Por lo tanto, un factor de mejora para la forma de onda en la corriente I0 es sustancialmente igual al del caso donde el diodo de sujeción D4 no está presente (cuarto ejemplo de modificación: consulte la Figura 20). En otras palabras, en un caso donde no se adopta el diodo D2 sino la resistencia R2 como el elemento limitador de corriente, se puede decir que si el diodo de sujeción D4 está presente o no, no influye mucho en los efectos.

20 La Figura 25 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo que sirve como ejemplo comparativo con la quinta realización. Específicamente, el ejemplo comparativo tiene una configuración en la cual el diodo D2 que se muestra en la Figura 21 está en cortocircuito y se retira. Es decir, una relación del ejemplo comparativo con la quinta realización es la misma que una relación del ejemplo comparativo (en la primera realización) con la primera realización.

25 Como comparación de la Figura 22 y la Figura 24 con la Figura 25, se puede ver una función para mejorar las formas de onda de las corrientes I0, I5 e I7, realizando la función el diodo D2 o la resistencia R2, que es el elemento limitador de corriente.

Sexta Realización

30 La Figura 26 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo según una sexta realización. Sin embargo, para ser utilizado para la descripción de la sexta realización, se introducen adicionalmente: un voltaje Vdb emitido por el puente de diodos 21; una corriente I8 que fluye a través del condensador de sujeción C3, las corrientes I3 e I4 que fluyen (como corrientes directas) a través de los diodos de sujeción D3 y D4, respectivamente; y un voltaje VC3 aplicado al condensador de sujeción C3. Aquí, el voltaje Vdb toma el bus de CC LL como referencia, la corriente I8 toma, como dirección positiva, una dirección que va desde el diodo D1 y el diodo de sujeción D3 hacia el diodo D2 y el diodo de sujeción D4, y el voltaje VC3 toma un punto que conecta el diodo D2 con el diodo de sujeción D4 como referencia.

La Figura 27 es un diagrama de circuito que muestra un circuito equivalente en el sistema de accionamiento del motor en el que se adopta el filtro activo según la sexta realización. Sin embargo, se muestra el circuito equivalente mientras se presta atención a un voltaje de modo común.

40 Específicamente, el puente de diodos 21 genera un voltaje de modo común Vdbc del voltaje Vdb, y el inversor 5 genera un voltaje de modo común Vfc del voltaje Vdc2. Las referencias de los voltajes Vdb y VC3 se adoptan como se mencionó anteriormente, por lo que las direcciones mostradas por las flechas en la Figura 27 se convierten en direcciones de voltajes positivos.

45 Con referencia a la Figura 1, los voltajes Vr, Vs y Vt obtenidos de la fuente de alimentación de CA 1 forman el voltaje de CA trifásico y, por consiguiente, el voltaje de modo común Vdbc se obtiene mediante la ecuación (1).

$$V_{dbc} = (V_r + V_s + V_t) / 3 \dots (1)$$

Además, cuando se introducen los voltajes Vu, Vv y Vw de los respectivos terminales 51, 52 y 53 del lado de CA, que toman como referencia el terminal 55 del lado de CC, el voltaje de modo común Vfc se obtiene mediante la ecuación (2).

50
$$V_{fc} = (V_u + V_v + V_w) / 3 \dots (2)$$

La Figura 28 es un gráfico que explica el voltaje de modo común Vfc. La operación de conmutación del inversor 5 se decide por comparación entre una portadora CW y las ondas de señal Vu*, Vv* y Vw*. Las ondas de señal Vu*, Vv* y Vw* corresponden a los valores de comando de los voltajes Vu, Vv y Vw. Se hace una breve descripción. En un caso donde la portadora CW toma un valor igual o mayor que la onda de señal Vu*, el voltaje Vu coincide con el voltaje

Vdc2, y de lo contrario, el voltaje Vu se convierte en 0. Una forma similar también se aplica a los voltajes Vv y Vw. Tal tecnología como la descrita anteriormente es bien conocida por los expertos en la técnica y, por consiguiente, se omite una descripción detallada de la misma.

5 Los voltajes Vu, Vv y Vw se deciden como se describió anteriormente, y por consiguiente, el voltaje de modo común Vfc exhibe una forma de onda escalonada que toma cuatro tipos de valores, que son tiempo 0, tiempo 1/3, tiempo 2/3 y tiempo 1 del voltaje Vdc2. Una frecuencia fundamental de la forma de onda coincide con una frecuencia de la portadora CW.

Aquí, las ondas de señal Vu*, Vv* y Vw* están representadas por la ecuación (3). Aquí, se introducen un factor de modulación K y una fase α para un ciclo de las ondas de señal Vu*, Vv* y Vw*.

$$10 \quad V_u = K \cdot \sin(\alpha), V_v = K \cdot \sin(\alpha - 2\pi/3), V_w = K \cdot \sin(\alpha + 2\pi/3) \dots(3)$$

De esta manera, un valor medio a de un tiempo mientras el voltaje Vu toma el voltaje Vdc2, un valor medio b de un tiempo mientras el voltaje Vv toma el voltaje Vdc2 y un valor medio c de un tiempo mientras el voltaje Vw toma el voltaje Vdc2 están representados por la ecuación (4). Aquí, se introduce un ciclo Tsw de la portadora CW.

$$a = (T_{sw} / 2) / (1/2 - K \cdot \sin(\alpha)), b = (T_{sw}/2) / (1/2 - K \cdot \sin(\alpha - 2\pi/3)), c =$$

$$15 \quad (T_{sw}/2) / (1/2 - K \cdot \sin(\alpha + 2\pi/3)) \dots(4)$$

La Figura 29 es un gráfico que explica un ruido de modo común en la sexta realización. Aquí, se ilustra un caso donde los valores medios cuadrados de los voltajes Vr, Vs y Vt son 400 V. El voltaje de CC Vdc exhibe una forma de onda suavizada por la función del filtro de paso bajo 22. Por otro lado, el voltaje de modo común Vdbc exhibe fluctuaciones finas en una vecindad de 200 V. Observe que, en el puente de diodos 21, cualquiera de los dos del diodo del lado del brazo superior y el diodo del lado del brazo inferior, que están conectados en serie entre sí, conduce y, por consiguiente, el voltaje de modo común Vdbc se convierte en aproximadamente 1/3 del voltaje de CC Vdc.

25 El voltaje Vdc2 exhibe una envolvente que conecta los límites superiores del voltaje de modo común Vfc entre sí. El voltaje de modo común Vcom es una suma de los voltajes de modo común Vdbc y Vfc, y como se ve en la Figura 27, corresponde al voltaje de modo común del voltaje VC3. Por lo tanto, de manera similar a un comportamiento del voltaje Vdc2 con el voltaje de modo común Vfc, el voltaje VC3 también exhibe una envolvente que conecta los límites sustancialmente superiores del voltaje de modo común Vcom entre sí. Sin embargo, el voltaje VC3 es más alto que el voltaje Vdc2 en aproximadamente Vdc/3.

30 Debido al voltaje de modo común Vcom, el voltaje VC3 se vuelve más alto en comparación con el voltaje Vdc2, y la corriente I8 también es alta. Esto da como resultado el requisito de una gran capacidad de potencia para el condensador de sujeción C3, y evita que el circuito de sujeción 8, y finalmente todo el filtro activo se configure a un tamaño compacto a un precio bajo.

35 Tenga en cuenta que en la Figura 30 se muestra una variedad de cantidades vistas en un eje de tiempo más macroscópico Figura. Aquí, las corrientes I3 e I4 y el voltaje VC3 también se muestran además de las corrientes I0, I1, I2, I5 e I7, el voltaje de CC Vdc y el voltaje Vdc2, que ya se describen en la quinta realización. Sin embargo, en el gráfico de la Figura 30, se adopta una configuración en la que el voltaje de CC Vdc es diferente del del gráfico de la Figura 22 y, por consiguiente, las formas de onda son un poco diferentes.

40 La Figura 31 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo según una sexta realización. La configuración mostrada en la Figura 31 es diferente de la configuración (según la quinta realización) mostrada en la Figura 26 en que se agrega un estrangulador de modo común L9.

45 El estrangulador de modo común L9 incluye los reactores L91 y L92 que están acoplados inductivamente entre sí con la misma polaridad. El reactor L91 está conectado en serie al diodo D1 entre el bus de CC LH y un extremo (lado de alto potencial) del condensador C2. El reactor L92 está conectado en serie al diodo D2 entre el bus de CC LL y el otro extremo (lado de bajo potencial) del condensador C2. Además, cada uno de los reactores L91 y L92 está en un lado del condensador C2, o en un lado opuesto al condensador C2, con respecto al condensador de sujeción C3.

50 En la Figura 31, se ilustra un caso donde el reactor L91 está conectado entre el diodo de sujeción D3 y el extremo de alto potencial del condensador C2, y el reactor L92 está conectado entre el diodo de sujeción D4 y el extremo de bajo potencial del condensador C2. Por lo tanto, cada uno de los reactores L91 y L92 está en el lado opuesto al condensador C2 con respecto al condensador de sujeción C3.

La Figura 32 es un diagrama de circuito que muestra un circuito equivalente en el sistema de accionamiento del motor en el que se adopta el filtro activo según la sexta realización. De manera similar a la Figura 27, la Figura 32 muestra un circuito equivalente en el que se presta atención al voltaje de modo común.

En este circuito equivalente, el estrangulador de modo común L9 está dispuesto entre el inversor 5 y el condensador de sujeción C3, donde se genera un voltaje V9 en la misma dirección que el voltaje VC3. De esta manera, el voltaje de modo común Vcom se cancela. Además, las corrientes de modo común que fluyen a través de las corrientes I5 e I7 también se cancelan, y la corriente I8 también se reduce.

5 La Figura 33 es un gráfico que explica el ruido de modo común en la sexta realización, que muestra la misma variedad de cantidades que las de la Figura 29. Se ve que la corriente I8 se reduce y que el voltaje VC3 se vuelve sustancialmente igual al voltaje Vdc2. Por lo tanto, la capacidad de potencia requerida para el condensador de sujeción C3 se reduce.

10 La Figura 34 muestra una variedad de cantidades vistas en un eje de tiempo macroscópico, mostrando la misma variedad de cantidades que las de la Figura 30. Se ve que no solo el voltaje VC3 se vuelve sustancialmente igual al voltaje Vdc2 sino también las corrientes I1, I2, I3 e I4 se reducen. Esto es ventajoso desde el punto de vista de que las capacidades de potencia requeridas para los diodos D1 y D2 y los diodos de sujeción D3 y D4 pueden reducirse.

15 Cuando se introduce una relación de vueltas N de bobinas en el estrangulador de modo común L9, la ecuación (5) representa un flujo magnético Φcmc que fluye a través del estrangulador de modo común L9. Sin embargo, un símbolo ∫ y un símbolo dt indican una integración temporal de una cantidad intercalada entre estos dos.

$$\Phi_{cmc} = (1/N) \cdot \int V9 \cdot dt \dots (5)$$

20 En un caso donde el voltaje de modo común Vfc se aplica completamente al estrangulador de modo común L9, se estudia un valor pico Φpico del mismo. Sin embargo, para simplificar, se hace una descripción de un caso de $c < a < b$ ($< Tsw/2$) como se muestra en la Figura 28. Esto corresponde a un caso de $-\pi/6 < \alpha < \pi/6$. En este caso, el valor pico Φpico se obtiene mediante la Ecuación (6) con referencia a la Figura 28. En un caso donde el inversor 5 opera en la modulación de onda sinusoidal trifásica, el flujo magnético Φcmc se convierte en una función periódica que toma $\pi/6$ como un ciclo para la fase α. En la Figura 28, también se muestra el flujo magnético Φcmc.

$$\Phi_{pico} = (1/N) \cdot [(Vdc2/2)(c-0) + (Vdc2/3)(a-c)] = (Vdc2/N) \cdot (c/6 + a/3) \dots (6)$$

25 El momento en que el valor pico Φpico se convierte en máximo es cuando el factor de modulación K se convierte en 0, y es un caso donde todos los elementos de conmutación del lado del brazo superior del inversor 5 están encendidos y todos los elementos de conmutación del lado del brazo inferior del mismo están apagados, o es un caso donde todos los elementos de conmutación del lado del brazo superior están apagados y todos los elementos de conmutación del lado del brazo inferior están encendidos. En este momento, se establece $a = b = c = Tsw/4$, y el valor pico Φpico está representado por la ecuación (7).

30
$$\Phi_{pico} = (1/N) \cdot (Vdc2/2) \cdot (Tsw/4) = (Vdc2 \cdot Tsw) / (8 \cdot N) \dots (7)$$

35 Cuando el estrangulador de modo común L9 incluye un núcleo, se desea que se seleccione un flujo magnético de saturación del núcleo para que sea mayor que el valor pico Φpico representado por la ecuación (7). Es decir, con respecto al núcleo, ya que el voltaje Vdc2 es mayor y la frecuencia de la portadora CW es mayor (esto lleva a que la frecuencia de conmutación del inversor 5 sea alta), el flujo magnético de saturación requerido para el núcleo del estrangulador de modo común L9 también se incrementa.

La Figura 35 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un filtro activo que sirve como un sexto ejemplo de modificación. El sexto ejemplo de modificación es diferente de la sexta realización en una posición del estrangulador de modo común L9 con respecto al circuito de sujeción 8.

40 Específicamente, el estrangulador de modo común L9 en el sexto ejemplo de modificación también incluye los reactores L91 y L92 que están acoplados inductivamente entre sí con la misma polaridad. A continuación, el reactor L91 se conecta en serie al diodo D1 entre el bus de CC LH y el extremo de alto potencial del condensador C2, y el reactor L92 se conecta en serie al diodo D2 entre el bus de CC LL y el extremo de bajo potencial del condensador C2. Sin embargo, el reactor L91 se proporciona entre el diodo de sujeción D3 y el diodo D1 en un lado más alejado del condensador C2 que el condensador de sujeción C3. Además, el reactor L92 se proporciona entre el diodo de sujeción D4 y el diodo D2 en el lado más alejado del condensador C2 que el condensador de sujeción C3. Por lo tanto, cada uno de los reactores L91 y L92 está en el lado opuesto al condensador C2 con respecto al condensador de sujeción C3.

50 Es obvio que, incluso en una configuración de este tipo, el estrangulador de modo común L9 funciona de manera similar al de la sexta realización, y logra funciones y efectos, que son similares a los del mismo. Las razones para lo anterior son: que un circuito equivalente del sexto ejemplo de modificación es uno en el que una posición del condensador de sujeción C3 y una posición del estrangulador de modo común L9 se intercambian entre sí en el circuito equivalente mostrado en la Figura 32; que el condensador de sujeción C3 y el estrangulador de modo común L9 están en relación de estar conectados en serie entre sí; y que, incluso si dos elementos conectados en serie entre sí se intercambian entre sí, las funciones y los efectos, que están dados por una configuración en la que los dos elementos se intercambian entre sí a un exterior de dicha conexión en serie, no son cambiados.

La Figura 36, la Figura 37 y la Figura 38 son diagramas de circuito que muestran parcialmente configuraciones de filtros activos que sirven como un séptimo ejemplo de modificación, un octavo ejemplo de modificación y un noveno ejemplo de modificación, respectivamente. Los ejemplos de modificación séptimo a noveno son diferentes de la sexta realización en la posición del estrangulador de modo común L9 con respecto al circuito de sujeción 8.

5 Específicamente, el estrangulador de modo común L9 en cada uno de los ejemplos de modificación séptimo a noveno también incluye los reactores L91 y L92 que están acoplados inductivamente entre sí con la misma polaridad. A continuación, el reactor L91 se conecta en serie al diodo D1 entre el bus de CC LH y el extremo de alto potencial del condensador C2, y el reactor L92 se conecta en serie al diodo D2 entre el bus de CC LL y el extremo de bajo potencial del condensador C2.

10 Sin embargo, en el séptimo ejemplo de modificación, el reactor L91 se proporciona entre el diodo de sujeción D3 y el diodo D1 en un lado más cercano al condensador C2 que el condensador de sujeción C3. Además, el reactor L92 se proporciona entre el diodo de sujeción D4 y el diodo D2 en el lado más cercano al condensador C2 que el condensador de sujeción C3. Por lo tanto, cada uno de los reactores L91 y L92 está en el lado del condensador C2 con respecto al condensador de sujeción C3.

15 En el octavo ejemplo de modificación, el reactor L91 se proporciona entre el bus de CC LH y el diodo D1. Además, el reactor L92 se proporciona entre el bus de CC LL y el diodo D2. Por lo tanto, cada uno de los reactores L91 y L92 está en el lado opuesto al condensador C2 con respecto al condensador de sujeción C3.

20 En el noveno ejemplo de modificación, el reactor L91 se proporciona entre el diodo de sujeción D3 y el diodo D1 en un lado más alejado del condensador C2 que el condensador de sujeción C3. Además, el reactor L92 se proporciona entre el bus de CC LL y el diodo D2. Por lo tanto, cada uno de los reactores L91 y L92 está en el lado opuesto al condensador C2 con respecto al condensador de sujeción C3.

Alternativamente, el reactor L91 puede proporcionarse entre el bus de CC LH y el diodo D1, y el reactor L92 puede proporcionarse entre el diodo de sujeción D4 y el diodo D2 en un lado más alejado del condensador C2 que el condensador de sujeción C3.

25 La Figura 39, la Figura 40 y la Figura 41 son gráficos que muestran las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en sistemas de accionamiento de motor en los que se adoptan los filtros activos según el séptimo ejemplo de modificación, el octavo ejemplo de modificación y el noveno ejemplo de modificación, respectivamente. Específicamente, se muestran las corrientes I0 e I8 y los voltajes Vdc, Vdc2 y VC3. También en estos ejemplos de modificación, el voltaje VC3 se suprime aproximadamente al voltaje Vdc2 de manera similar a la sexta realización (consulte la Figura 34).

30 En cada uno de la sexta realización y los ejemplos de modificación sexto a noveno, se muestra una configuración, en la cual el estrangulador de modo común L9 se agrega a la quinta realización. Sin embargo, el estrangulador de modo común L9 se puede agregar a la cuarta realización. En otras palabras, el diodo de sujeción D4 puede omitirse de cada una de la sexta realización y de los ejemplos de modificación sexto a noveno.

35 La Figura 42 es un diagrama de circuito que muestra parcialmente una configuración de un décimo ejemplo de modificación, que se obtiene haciendo un cortocircuito y quitando el diodo de sujeción D4 en el sexto ejemplo de modificación. La Figura 43 es un gráfico que muestra las corrientes y los voltajes de las porciones respectivas en un sistema de accionamiento de motor en el que se adopta un filtro activo según el décimo ejemplo de modificación, y específicamente, que muestra las corrientes I0 e I8 y los voltajes Vdc, Vdc2 y VC3.

40 En el décimo ejemplo de modificación, aunque hay regiones de tiempo donde la corriente I8 se incrementa ya que el diodo de sujeción D4 no está presente, se obtiene un efecto de suprimir el voltaje VC3 a aproximadamente el voltaje Vdc2 de manera similar al sexto ejemplo de modificación.

45 De hecho, para reducir el voltaje de modo común, también es concebible proporcionar estranguladores de modo común trifásicos, por ejemplo, en rutas trifásicas a través de las cuales fluye la corriente I5, o en rutas trifásicas a través de las cuales fluye la corriente I7.

Sin embargo, en comparación con tal caso, en la sexta realización o el sexto ejemplo de modificación, tal estrangulador de modo común monofásico L9 con una pequeña capacidad de corriente es suficiente. Esto es ventajoso desde el punto de vista de que todo el filtro activo, y finalmente, el sistema de accionamiento del motor que adopta el filtro activo se puede configurar a un tamaño compacto a un precio bajo.

50 Tenga en cuenta que, aunque el diodo D2 se adopta en la sexta realización y los ejemplos de modificación sexto a décimo, la resistencia R2 se puede adoptar en lugar de esto de una manera similar a la modificación del quinto ejemplo de modificación a la quinta realización.

55 En cada una de la quinta realización, la sexta realización y los ejemplos de modificación sexto a décimo, se puede conectar una resistencia en serie al condensador de sujeción C3 para que la corriente I8 no pueda fluctuar abruptamente.

Dicha configuración que incluye el filtro activo mencionado anteriormente y el circuito rectificador 2 puede entenderse como el dispositivo de conversión CA-CC.

Si bien la presente invención se ha descrito en detalle, la descripción anterior es en todos los aspectos ilustrativa y no restrictiva. Por lo tanto, se entiende que pueden idearse numerosos ejemplos de modificación que no se han descrito sin apartarse del alcance de la presente invención.

5

REIVINDICACIONES

1. Un filtro activo conectable en paralelo a un circuito rectificador (2) entre un conjunto de líneas de entrada de CA (W) y un par de buses de CC (LH, LL) entre los cuales se conecta una carga (4), rectificando dicho circuito rectificador la entrada de voltajes de CA (V_r , V_s , V_t) de dicho conjunto de líneas de entrada de CA y emitiendo un voltaje de CC (Vdc) a dicho par de buses de CC,
- 5 y dicho filtro activo comprende:
- un primer condensador (C2) que comprende un primer terminal y un segundo terminal;
- un primer y un segundo elementos limitadores de corriente (D1, D2, R2), comprendiendo cada uno un primer y segundo terminales respectivos, y
- 10 donde el primer terminal del primer elemento limitador de corriente está conectado al primer terminal del primer condensador y el primer terminal del segundo elemento limitador de corriente está conectado al segundo terminal del primer condensador, y
- donde el segundo terminal del primer elemento limitador de corriente se puede conectar a uno del par de buses de CC y el segundo terminal del segundo elemento limitador de corriente se puede conectar al otro del par de buses de CC, de modo que la polaridad del voltaje a través del primer condensador coincide con la polaridad del voltaje a través de los buses de CC,
- 15 y al menos uno de los elementos limitadores de corriente primero y segundo es un diodo (D1) conectado con su cátodo al primer terminal del primer condensador (C2) con un potencial de voltaje más alto del primer condensador (C2) o con su ánodo al segundo terminal del primer condensador (C2) con un potencial de voltaje más bajo del primer condensador (C2); y
- 20 un inversor (5) que incluye:
- un conjunto de terminales del lado de CA (51, 52, 53) conectables a dicho conjunto de líneas de entrada de CA;
- una pluralidad de diodos;
- un par de terminales del lado de CC (54, 55), uno (54) de los cuales está conectado al primer terminal del primer condensador (C2) y el otro (55) de los cuales está conectado al segundo terminal del primer condensador (C2); y
- 25 una pluralidad de elementos de conmutación, cada uno de los cuales conecta uno respectivo de los terminales del lado de CA (51, 52, 53) al uno (54) de dicho par de terminales del lado de CC o conecta uno respectivo de los terminales del lado de CA (51, 52, 53) al otro (55) de dicho par de terminales del lado de CC (54, 55), estando cada uno de dicha pluralidad de diodos conectado en antiparalelo a dichos elementos de conmutación respectivos,
- 30 caracterizado por que
- el filtro activo está dispuesto para realizar una compensación activa del filtro en las corrientes de entrada armónicas del circuito rectificador (R), de modo que una corriente (17) que fluye desde la fuente de alimentación de CA (1) a través del circuito rectificador (2) a la carga (4) se superpone por una corriente (15) que fluye desde la fuente de alimentación de CA (1) a través de los reactores de interconexión (6) hasta el filtro activo para la compensación de corriente armónica de una corriente (10) que sale de la fuente de alimentación de CA (1).
- 35
2. El filtro activo según la reivindicación 1, donde cada uno de los elementos limitadores de corriente primero y segundo es un par de diodos (D1, D2), y donde uno (D1) de dicho par de diodos está conectado con su cátodo al primer terminal del primer condensador (C2) con el potencial de voltaje más alto del primer condensador (C2) y el otro (D2) de dicho par de diodos está conectado con su ánodo al segundo terminal del primer condensador (C2) con el potencial de voltaje más bajo del primer condensador (C2).
- 40
3. El filtro activo según la reivindicación 1, donde el otro del primer y segundo elementos limitadores de corriente es una resistencia (R2).
4. El filtro activo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,
- donde dicho circuito rectificador (2) incluye un puente de diodos (21) y un filtro de paso bajo (22),
- 45 dicho filtro de paso bajo (22) se proporciona entre dicho puente de diodos (21) y dicho par de buses de CC (LH, LL),
- dicho puente de diodos (21) se proporciona entre dicho conjunto de líneas de entrada de CA (W) y dicho filtro de paso bajo (22), y

dicho filtro de paso bajo incluye: un primer reactor (DCL1) provisto entre uno (LH) en dicho par de buses de CC y dicho puente de diodos (21); un segundo reactor (DCL2) provisto entre otro (LL) en dicho par de buses de CC y dicho puente de diodos (21); y un segundo condensador (C1) provisto entre dicho par de buses de CC (LH, LL).

5. El filtro activo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende, además:

5 un circuito de sujeción (8), que se proporciona entre dicho primer condensador (C2) y el primer y segundo elementos limitadores de corriente (D1, D2, R2), e incluye al menos un primer diodo de sujeción (D3) conectado con su ánodo al primer terminal del primer condensador (C2) y conectado con su cátodo al primer terminal del primer elemento limitador de corriente (D1), y un condensador de sujeción (C3) conectado con su primer terminal al primer terminal del primer elemento limitador de corriente (D1) y con su segundo terminal al primer terminal del segundo elemento limitador de corriente.

6. El filtro activo según la reivindicación 5, donde dicho circuito de sujeción (8) incluye además un segundo diodo de sujeción (D4), que está conectado en serie a dicho primer diodo de sujeción (D3) y dicho condensador de sujeción (C3) y que está conectado con su cátodo al segundo terminal de dicho primer condensador (C2) y conectado con su ánodo al primer terminal del segundo elemento limitador de corriente.

15 7. El filtro activo según cualquiera de las reivindicaciones 5 y 6, que comprende, además:

un tercer reactor (L91) y un cuarto reactor (L92), que se acoplan inductivamente entre sí con una misma polaridad, donde

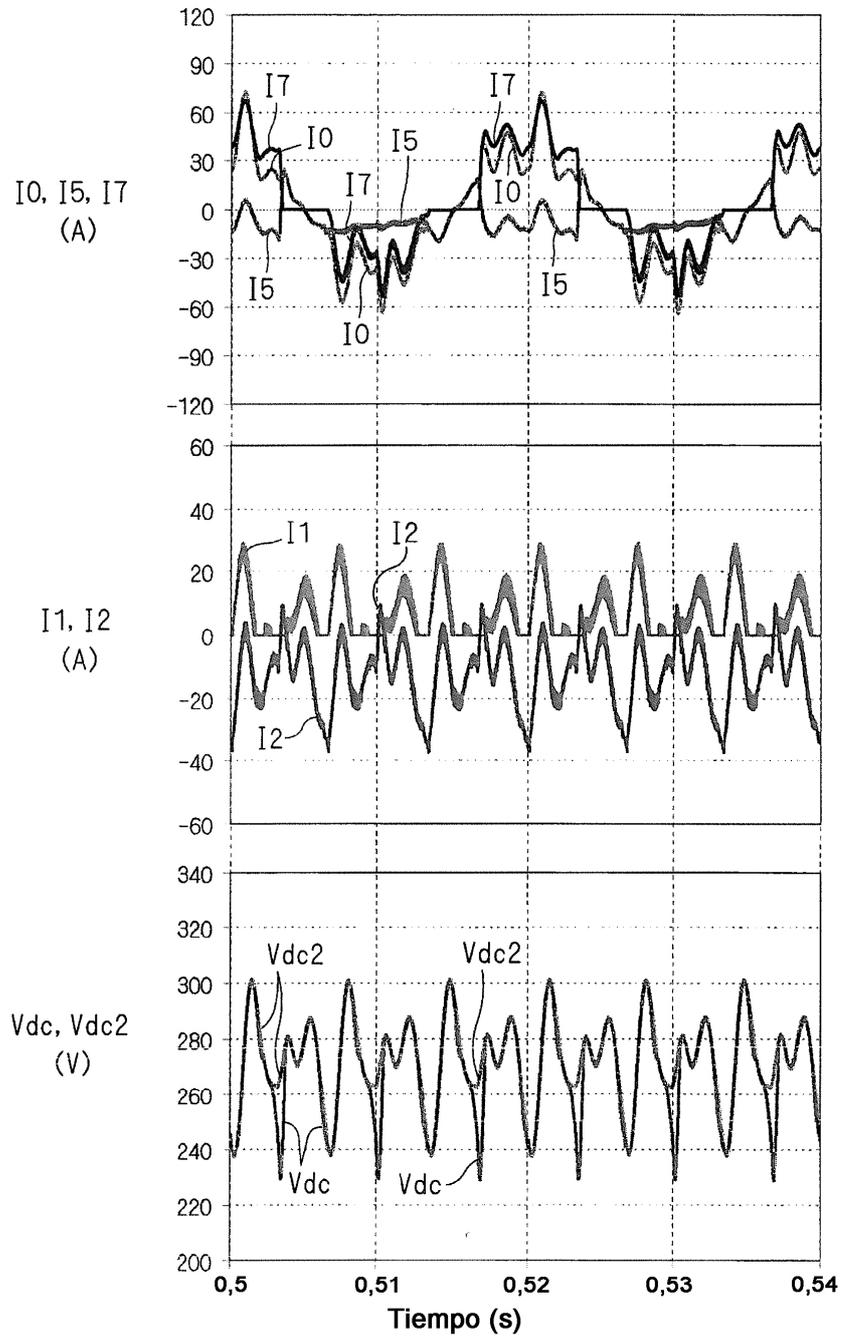
dicho tercer reactor (L91) está conectado en serie a dicho uno (D1) del primer y segundo elementos limitadores de corriente entre el primer terminal del primer condensador (C2) y dicho uno (LH) en dicho par de buses de CC,

20 dicho cuarto reactor (L92) está conectado en serie al otro (D1, R2) del primer y segundo elementos limitadores de corriente entre el segundo terminal del primer condensador (C2) y el otro (LL) en dicho par de buses de CC, y

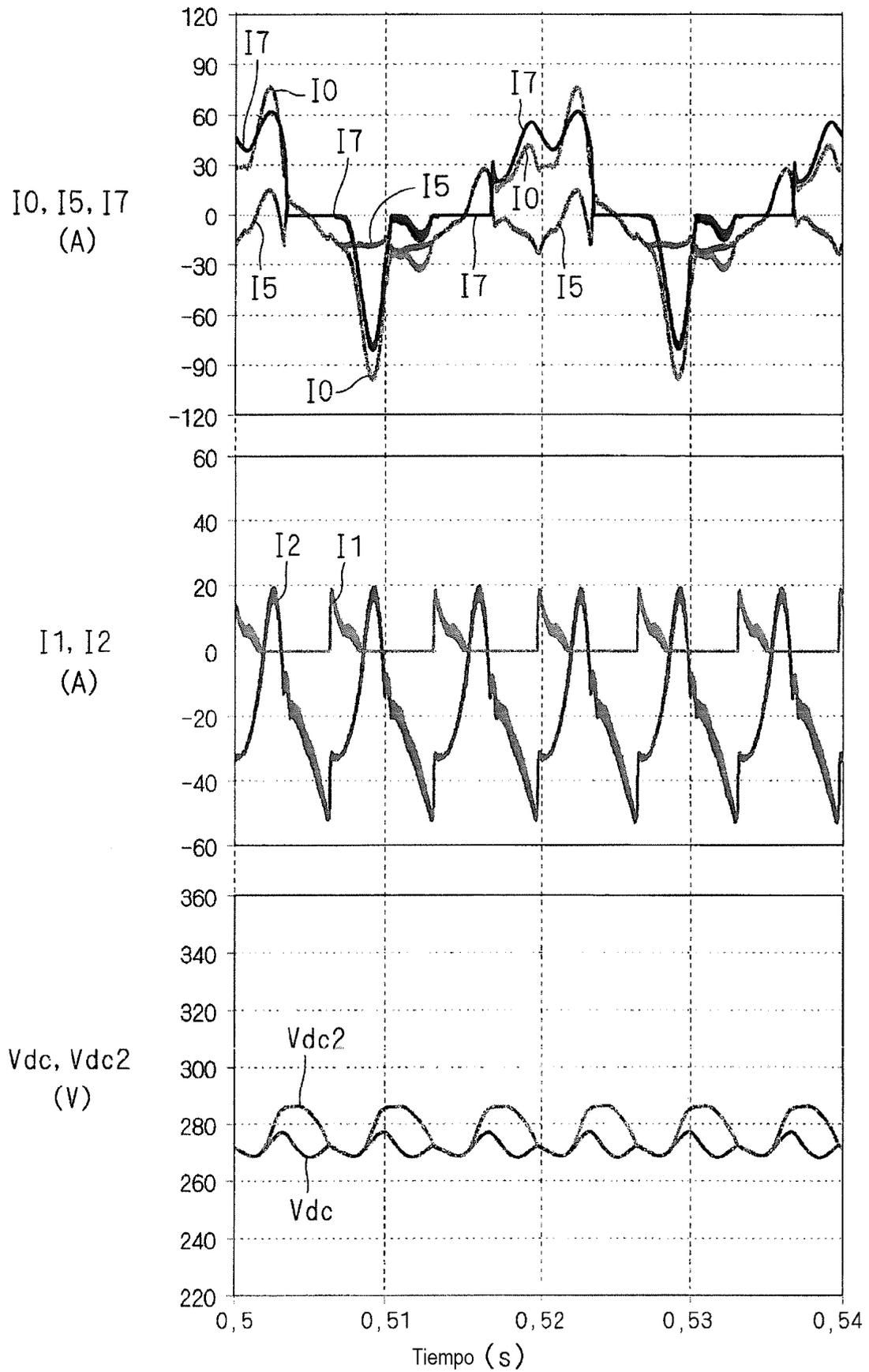
25 cada uno de dicho tercer reactor y dicho cuarto reactor está conectado entre dicho primer condensador y dicho condensador de sujeción (C3), o conectado entre dicho condensador de sujeción (C3) y dichos primer y segundo elementos limitadores de corriente, o conectado entre dicho par de buses de CC y dichos primer y segundo elementos limitadores de corriente, o ese uno (L91) de dicho tercer reactor y dicho cuarto reactor está conectado entre dicho condensador de sujeción (C3) y dicho uno (D1) del primer y segundo elementos limitadores de corriente mientras que otro (L92) de dicho tercer reactor y dicho cuarto reactor está conectado entre dicho otro (D2) del primer y segundo elementos limitadores de corriente y uno respectivo de dicho par de buses de CC.

30 8. Un dispositivo de conversión CA-CC que comprende: el filtro activo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7; y dicho circuito rectificador (2).

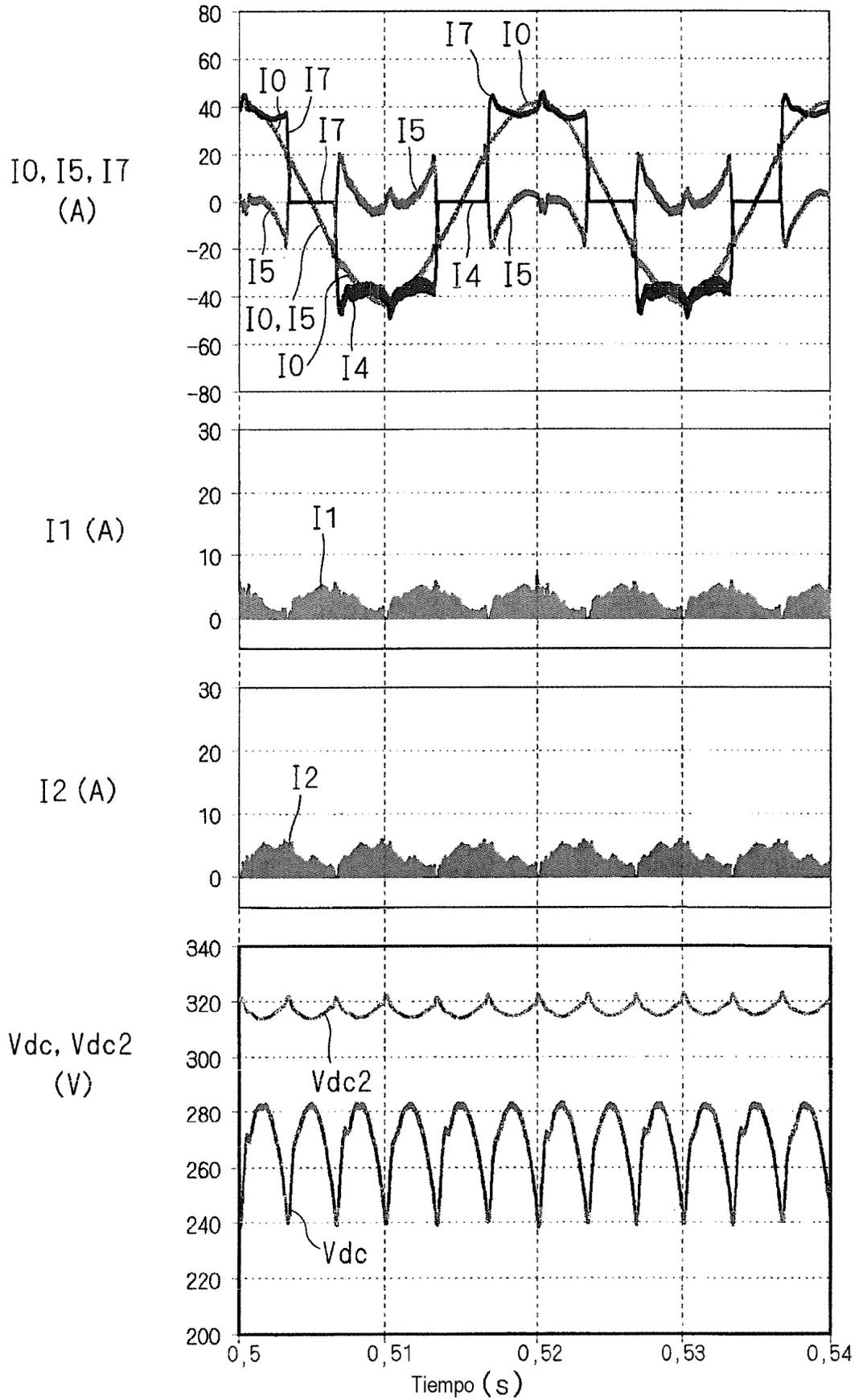
F I G . 3



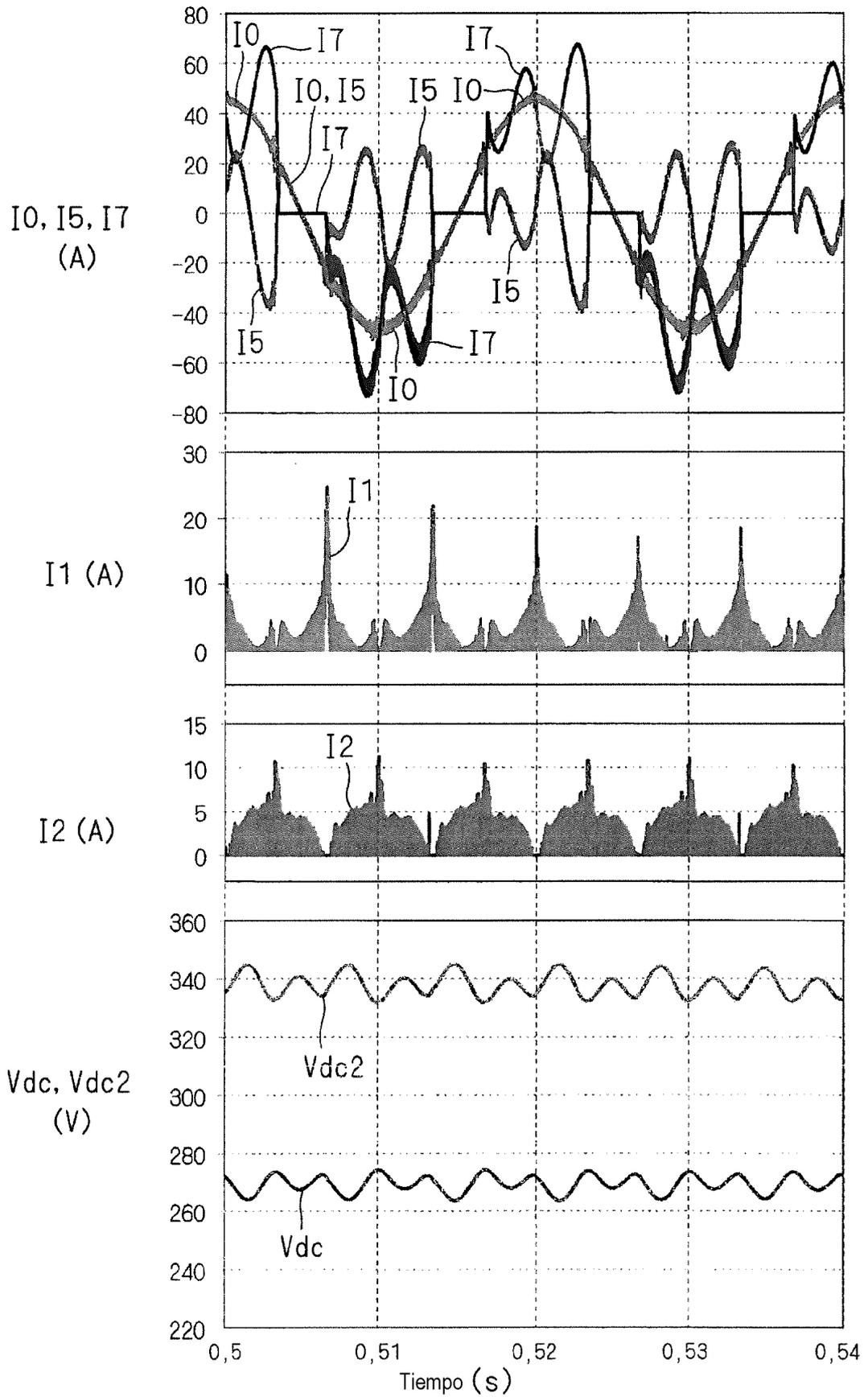
F I G . 4



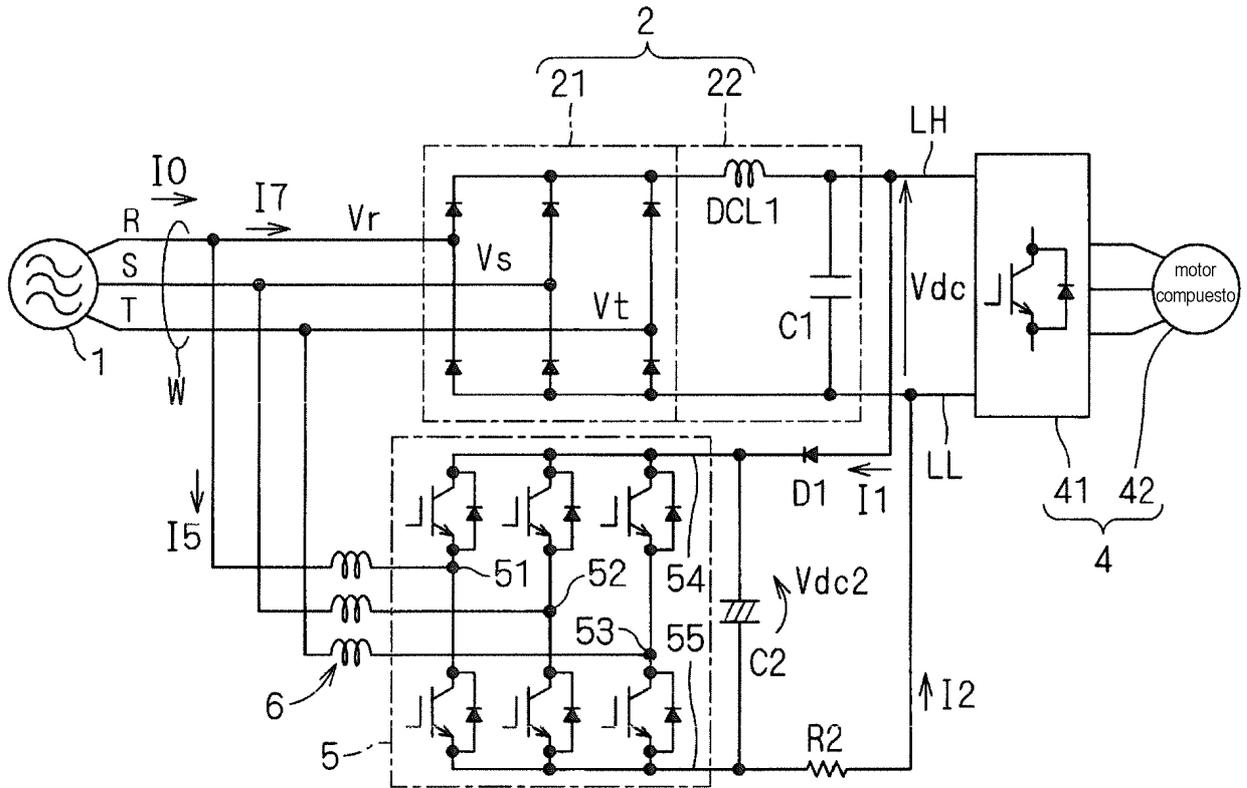
F I G . 5



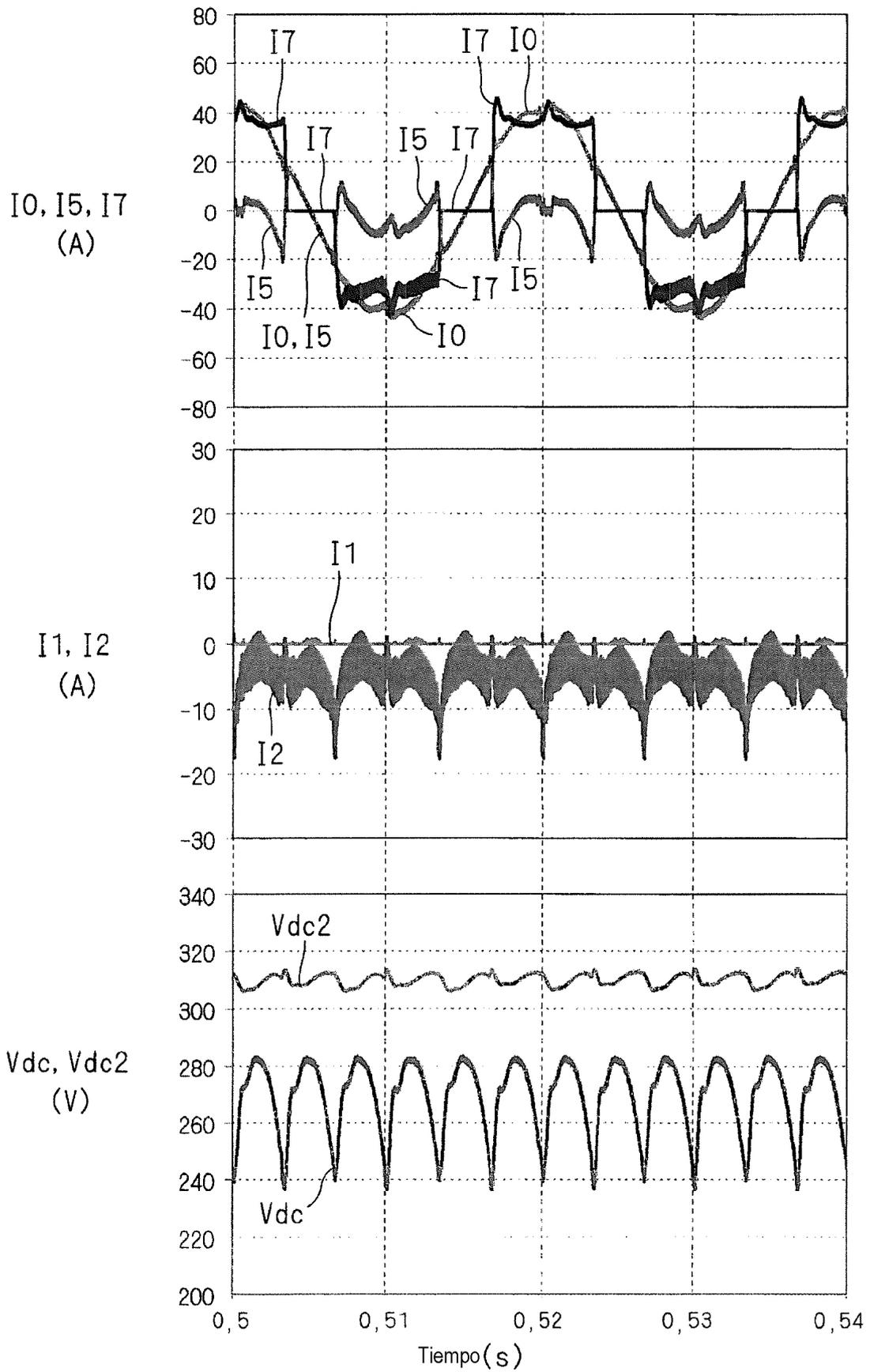
F I G . 6



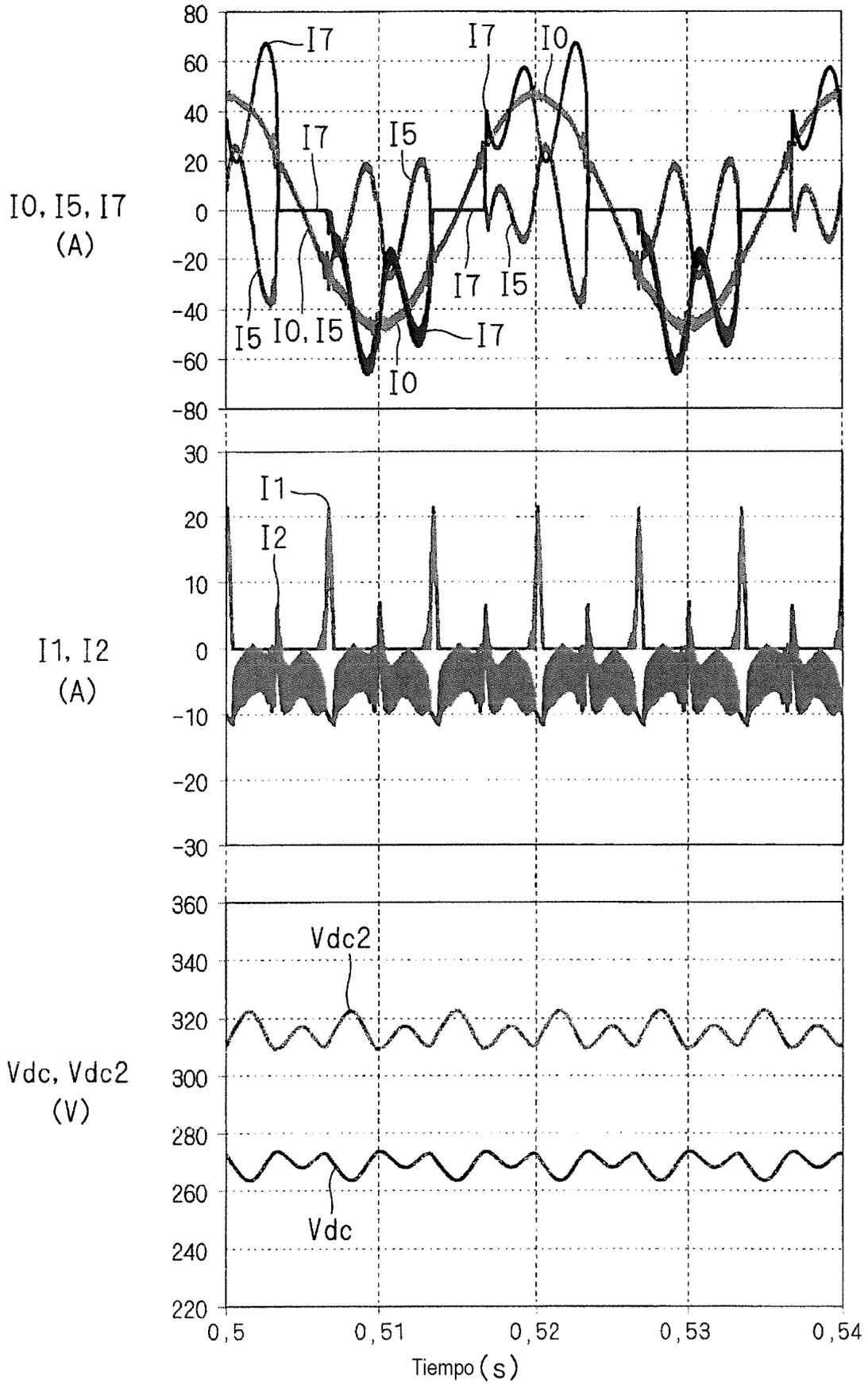
F I G . 7



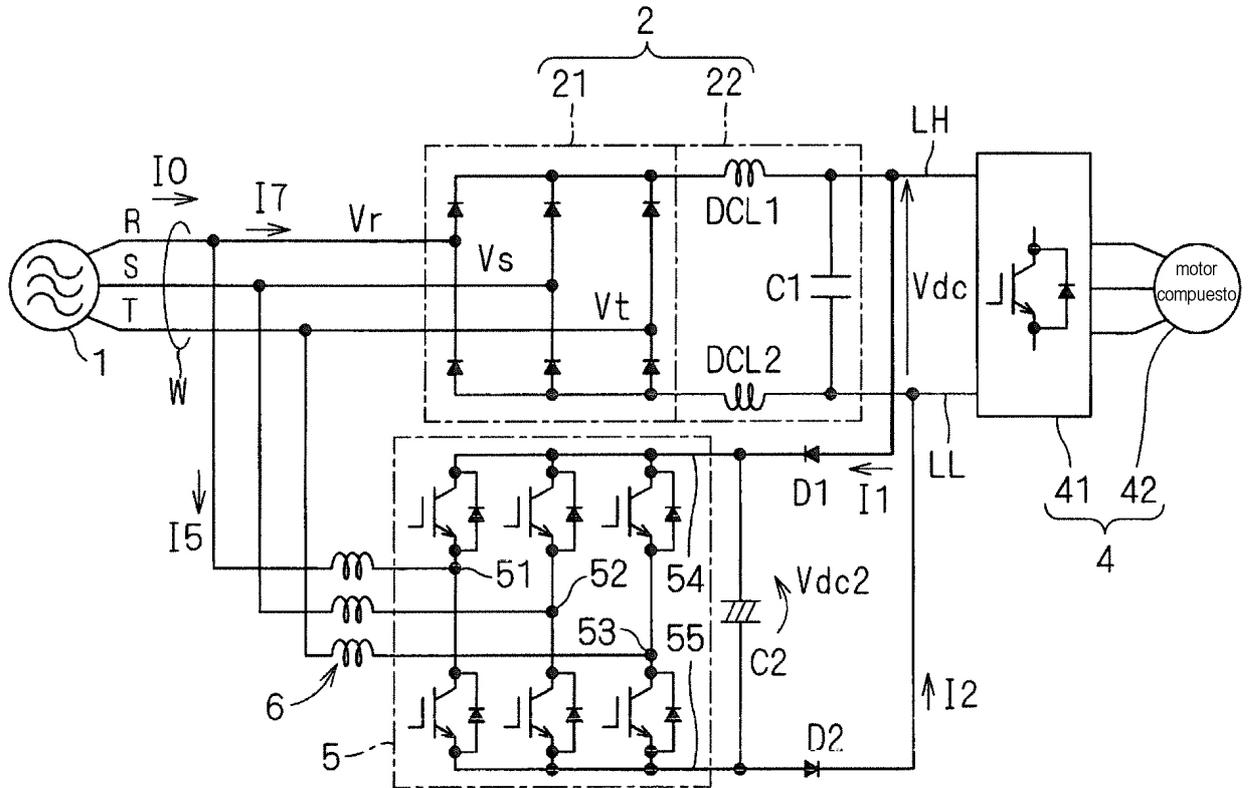
F I G . 8



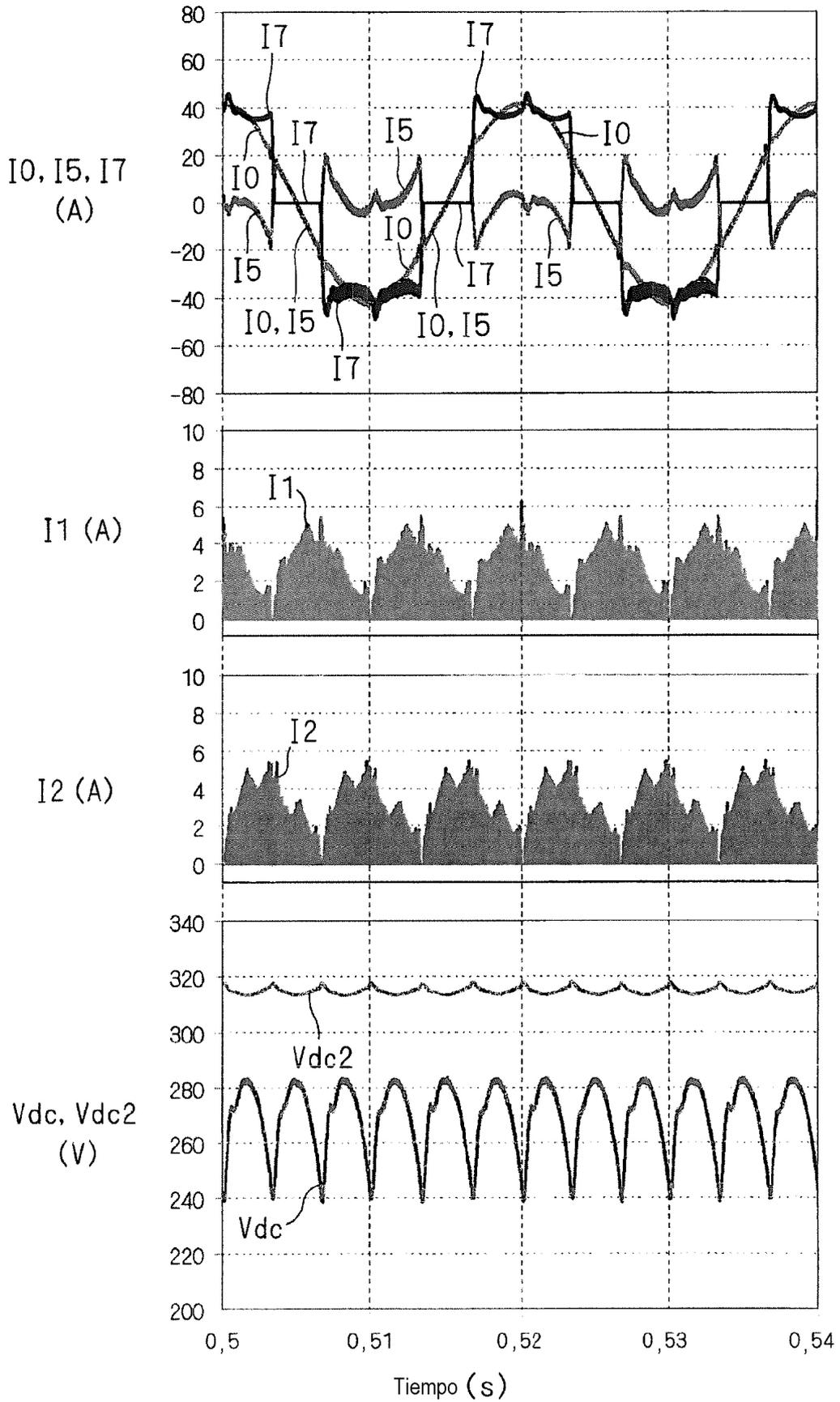
F I G . 9



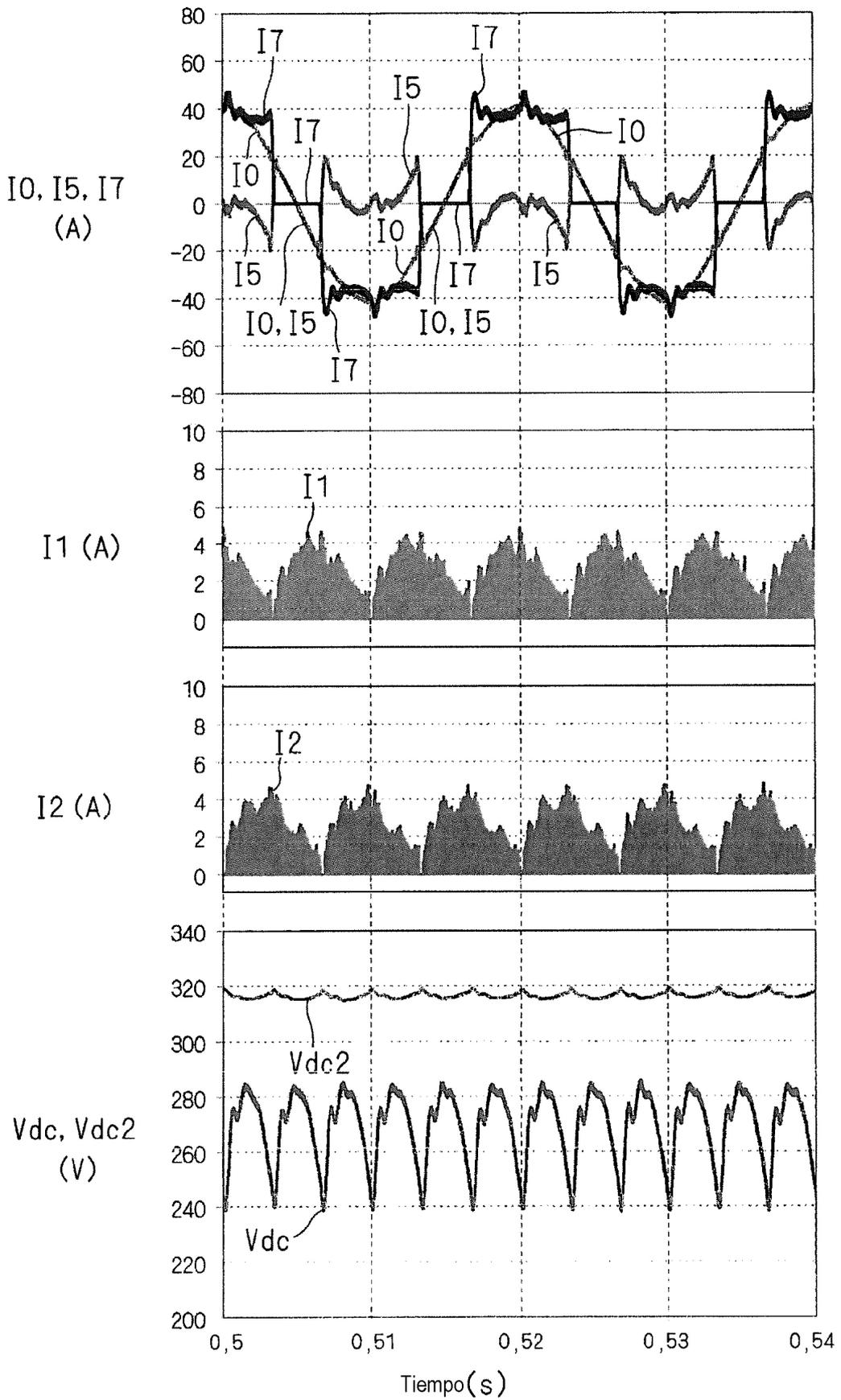
F I G . 1 0



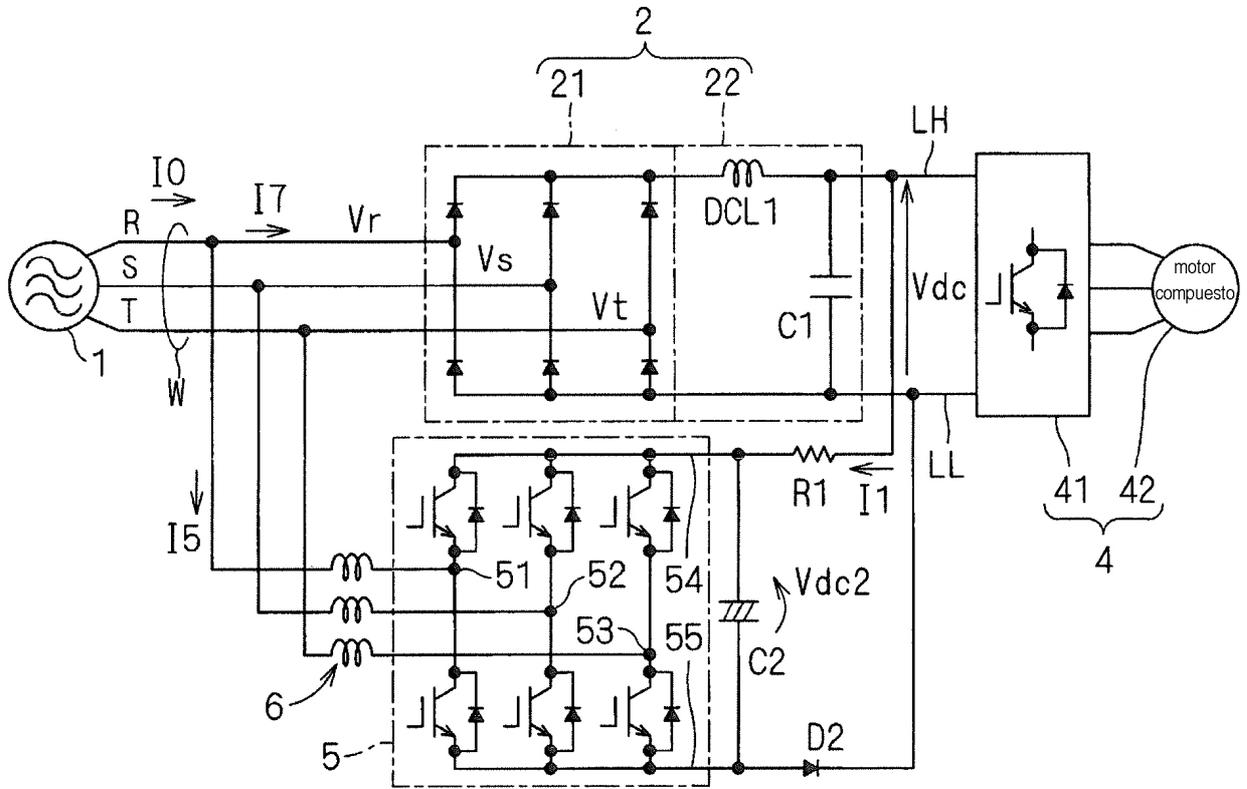
F I G . 1 1



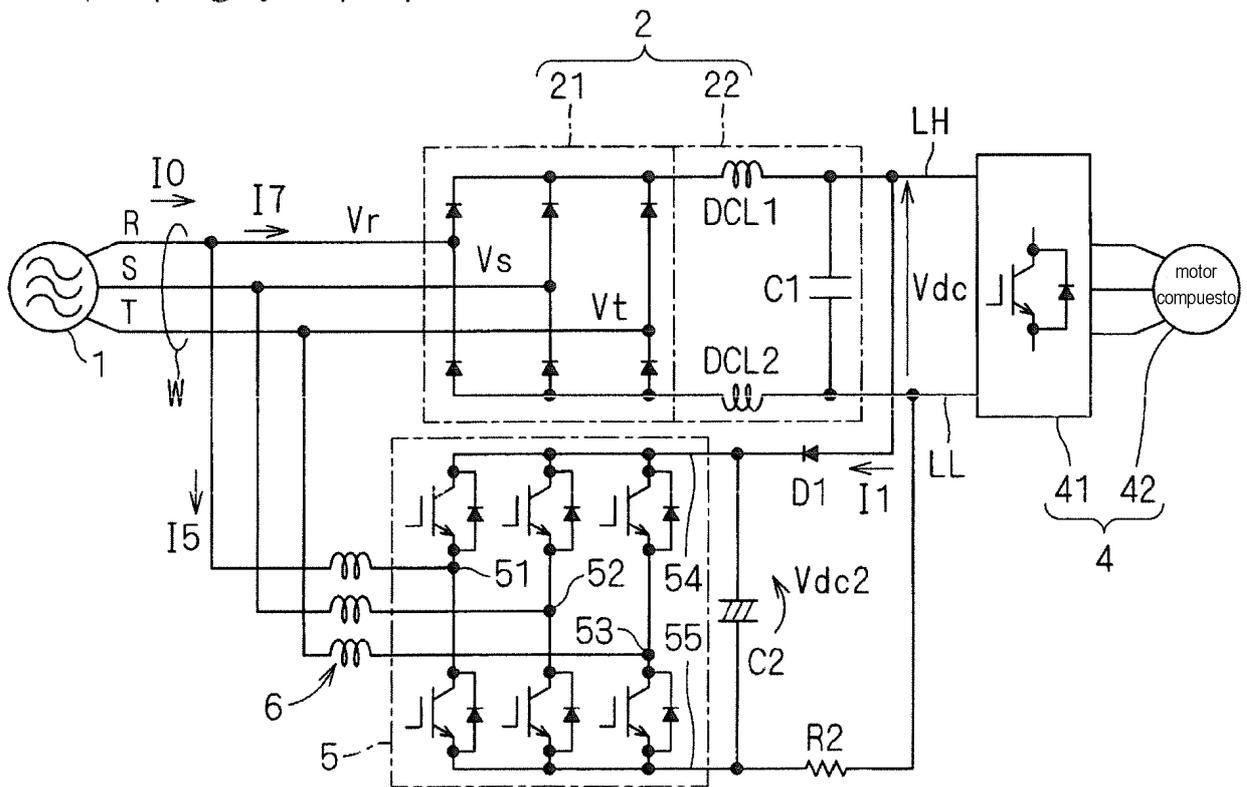
F I G . 1 2



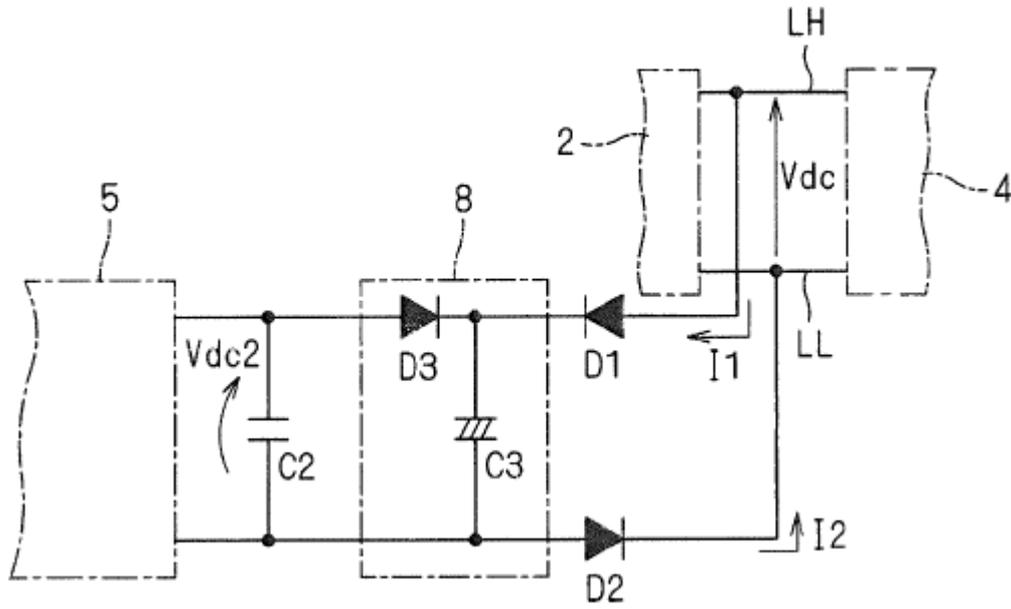
F I G . 1 3



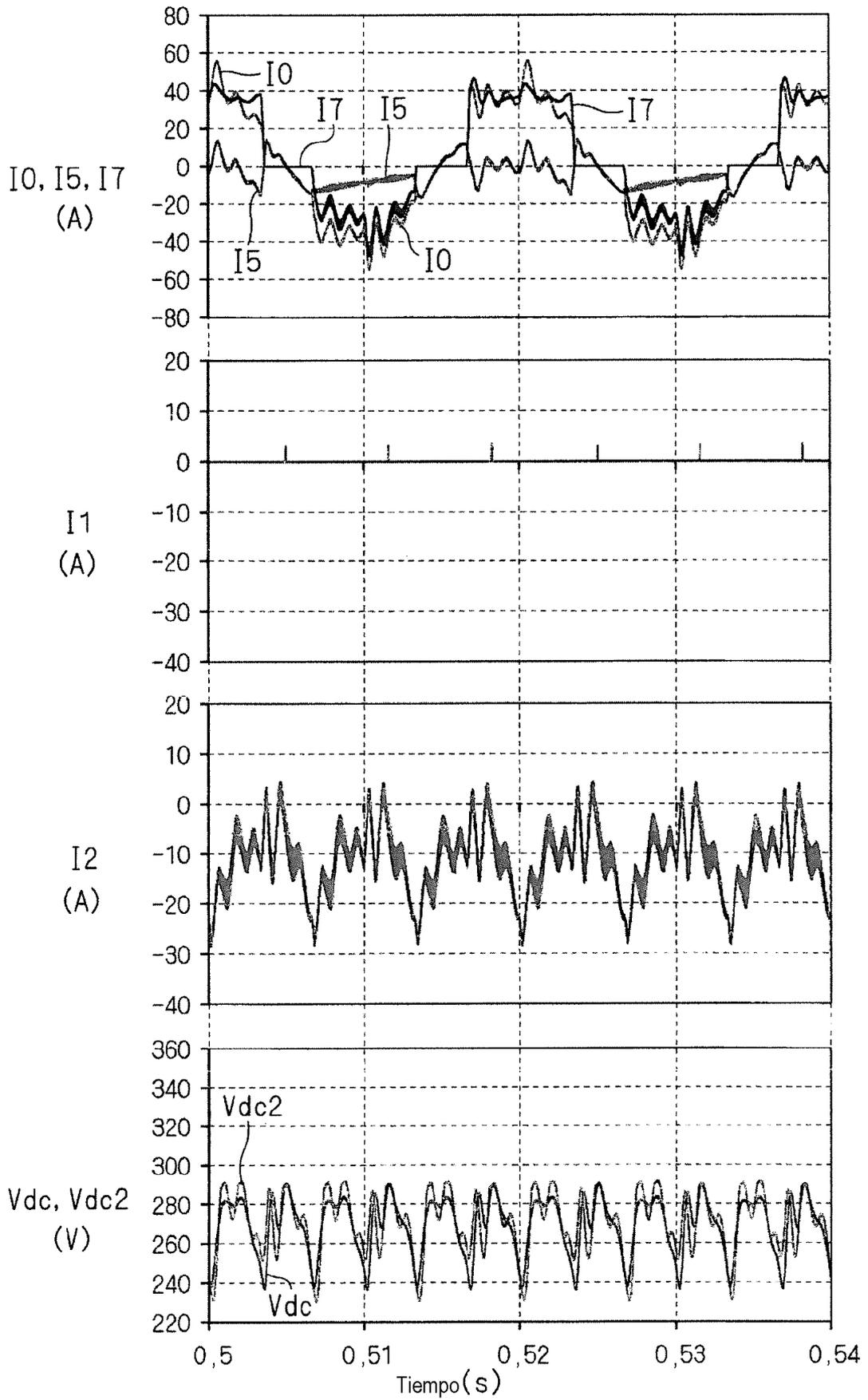
F I G . 1 4



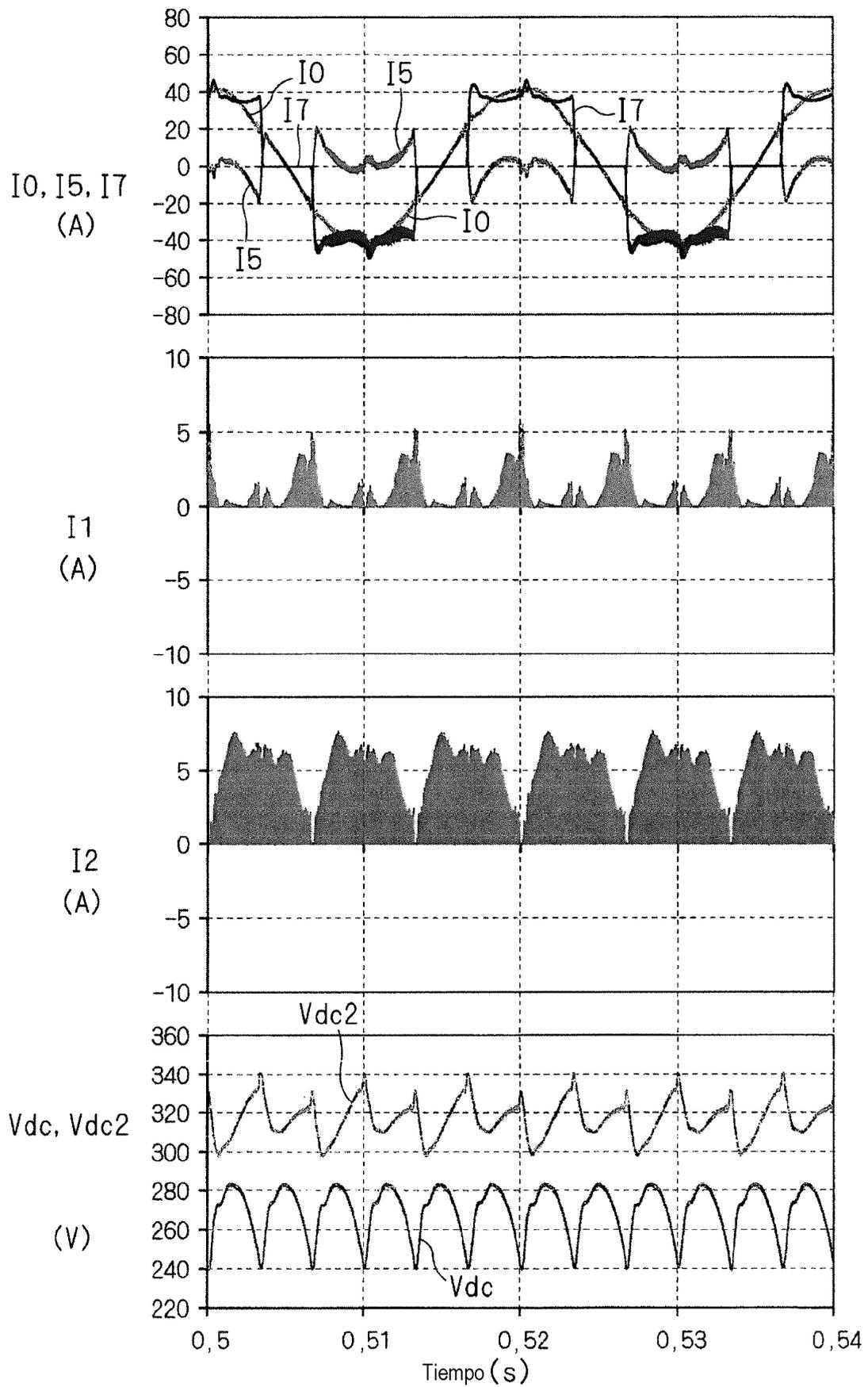
F I G . 1 5



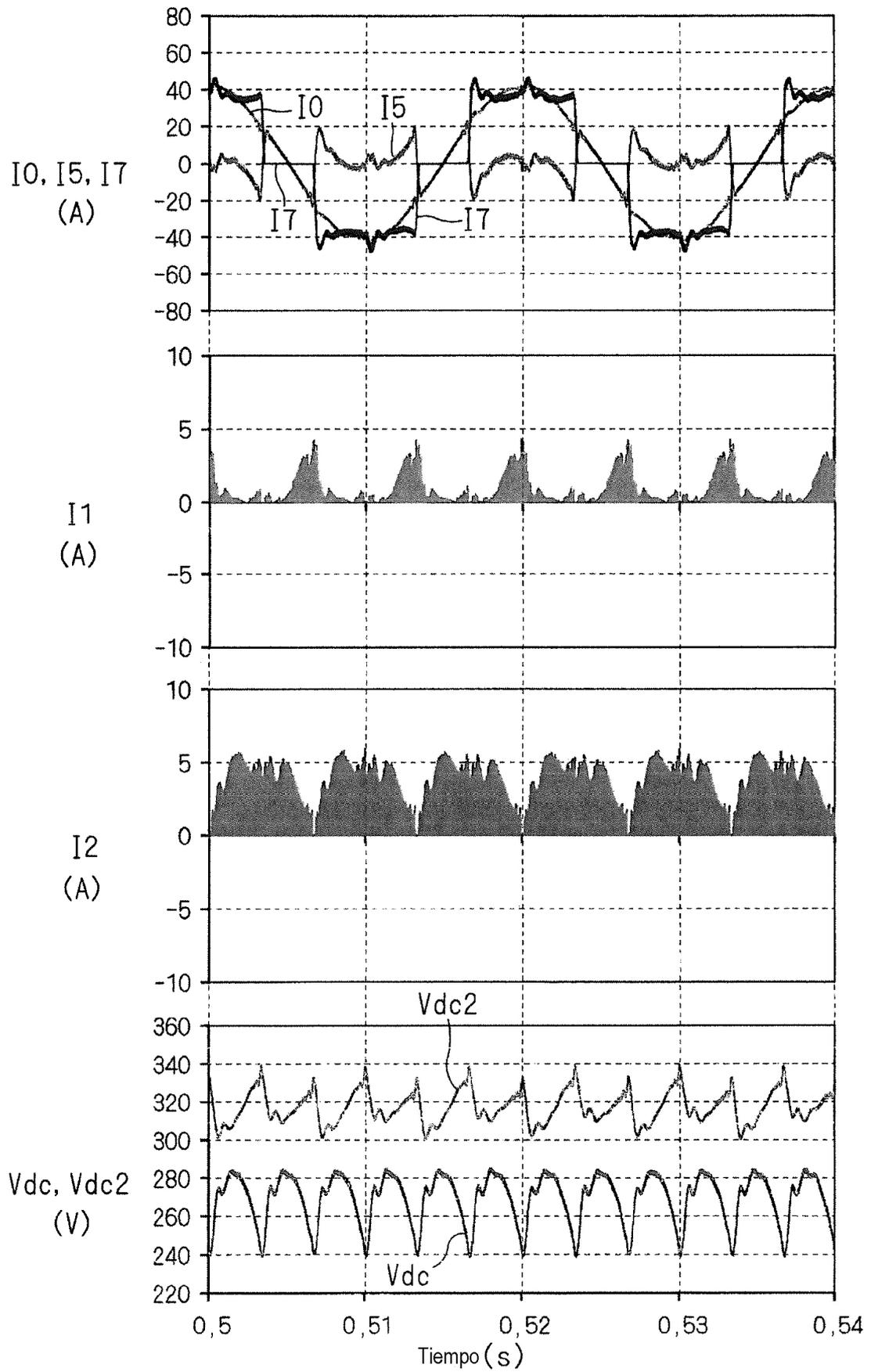
F I G . 1 6



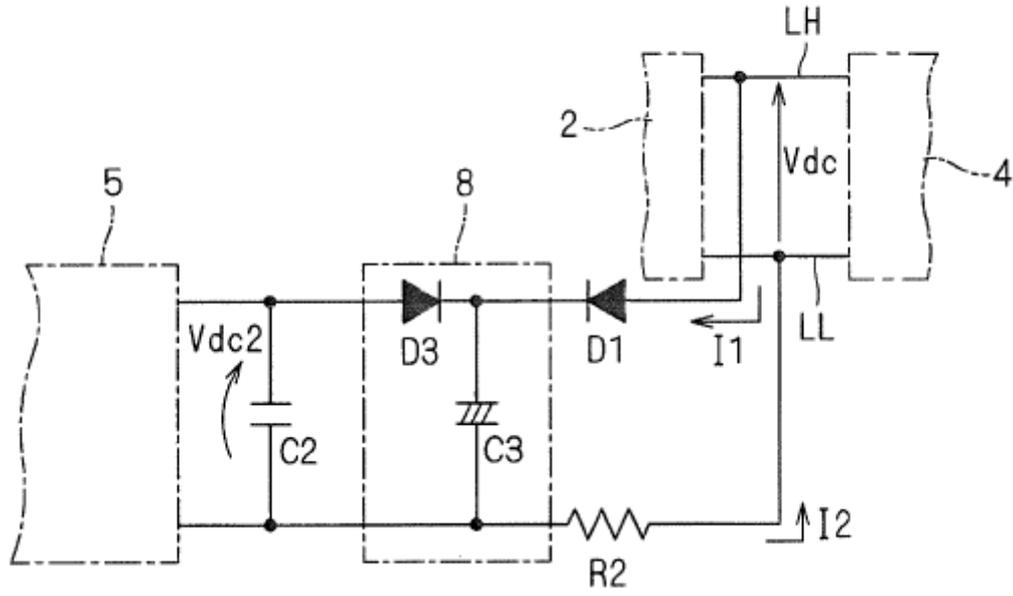
F I G . 1 7



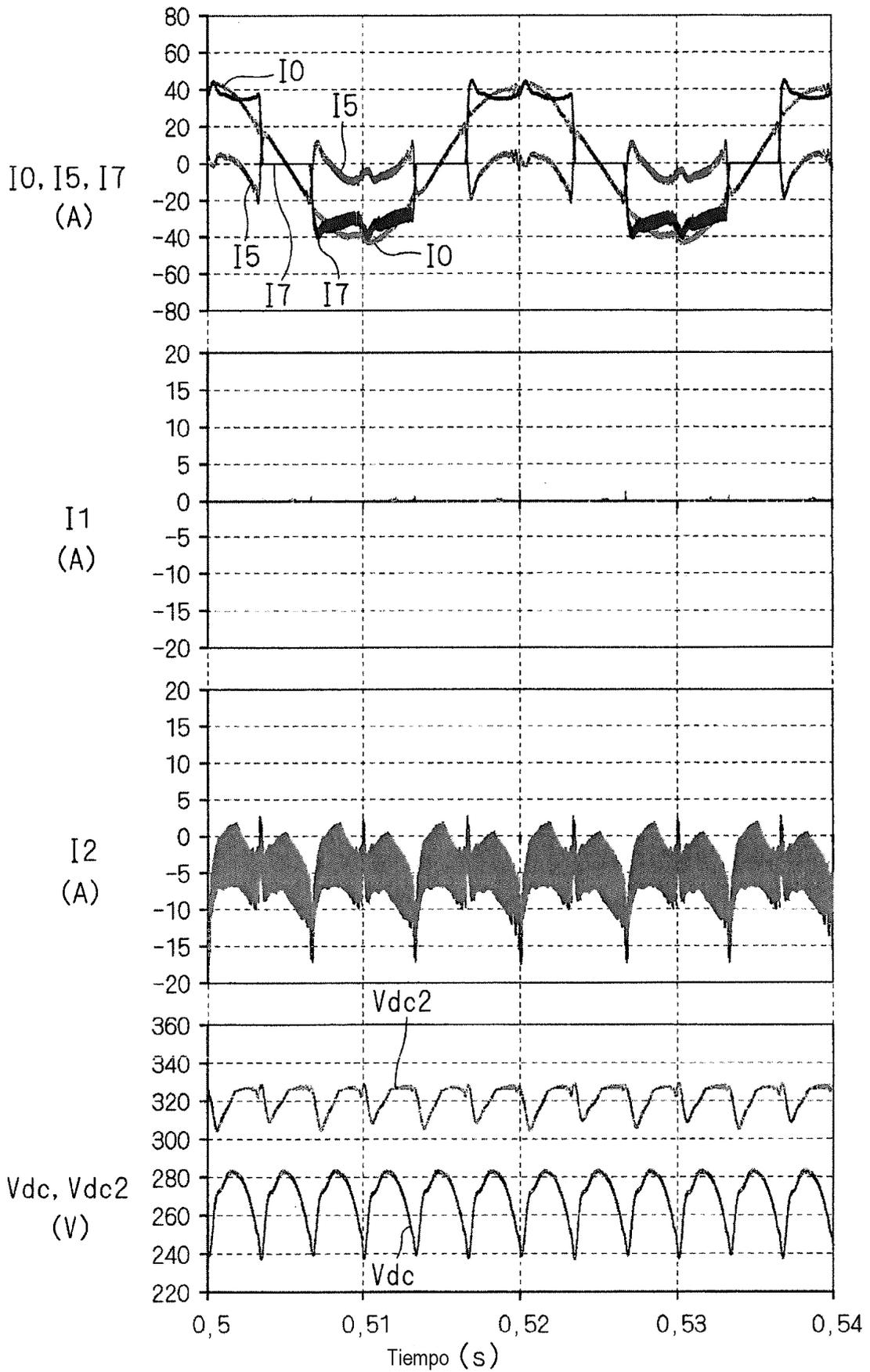
F I G . 1 8



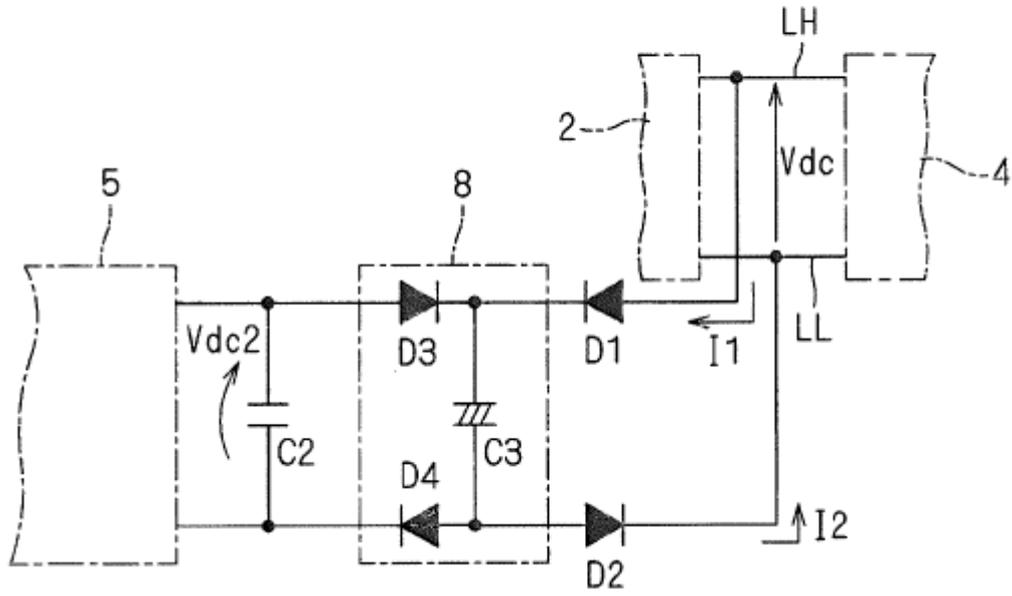
F I G . 1 9



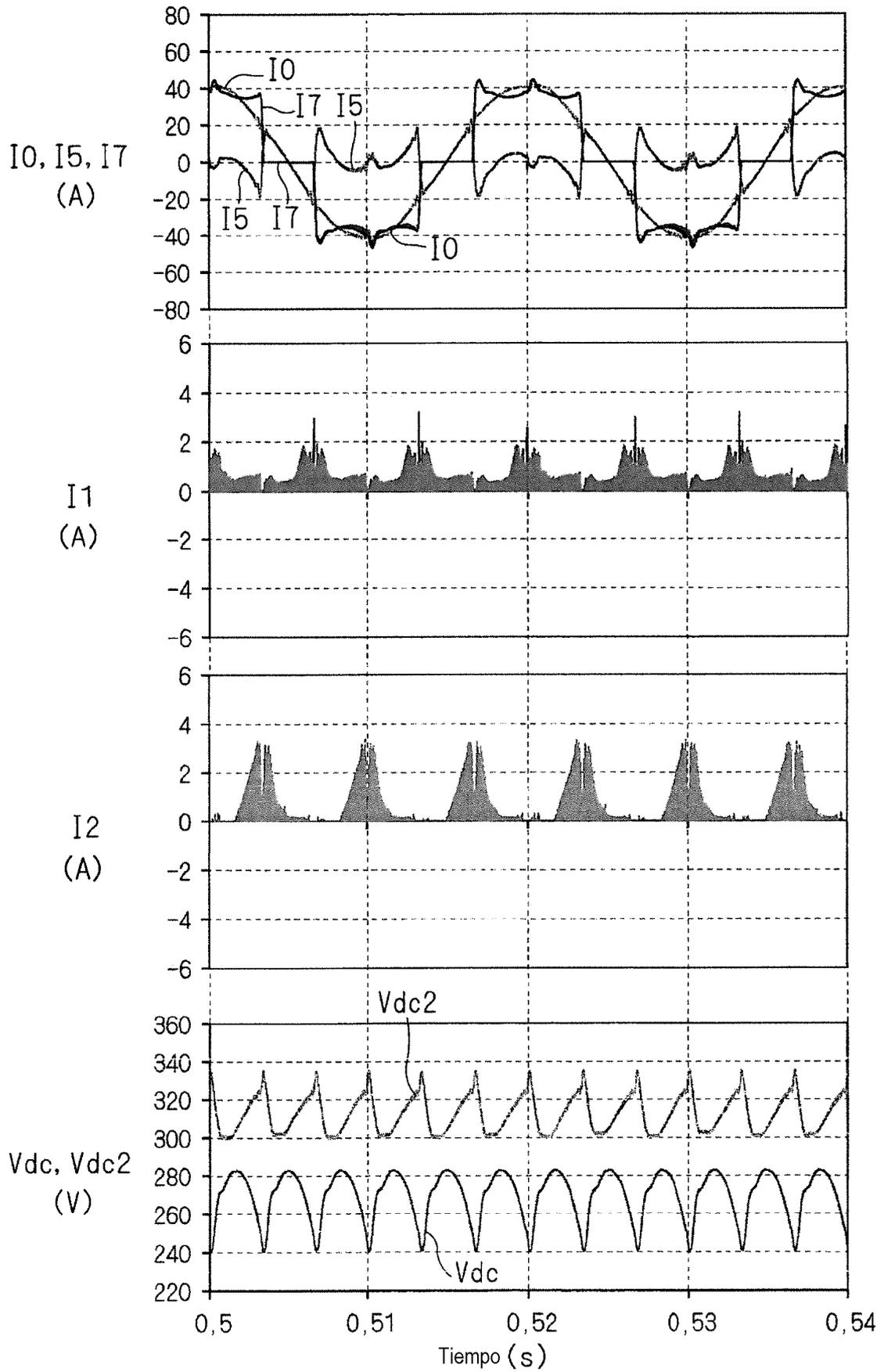
F I G . 2 0



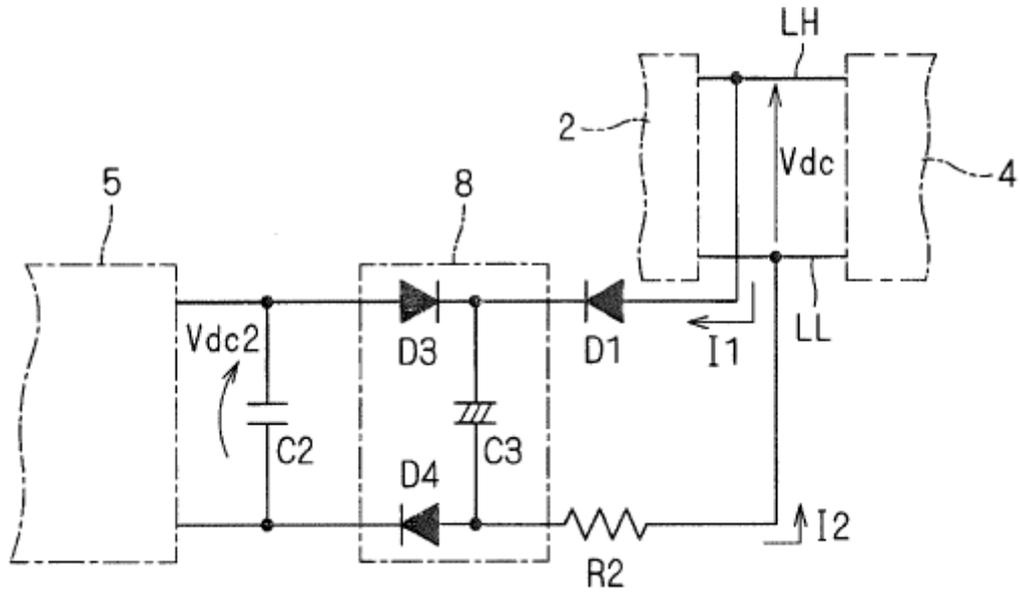
F I G . 2 1



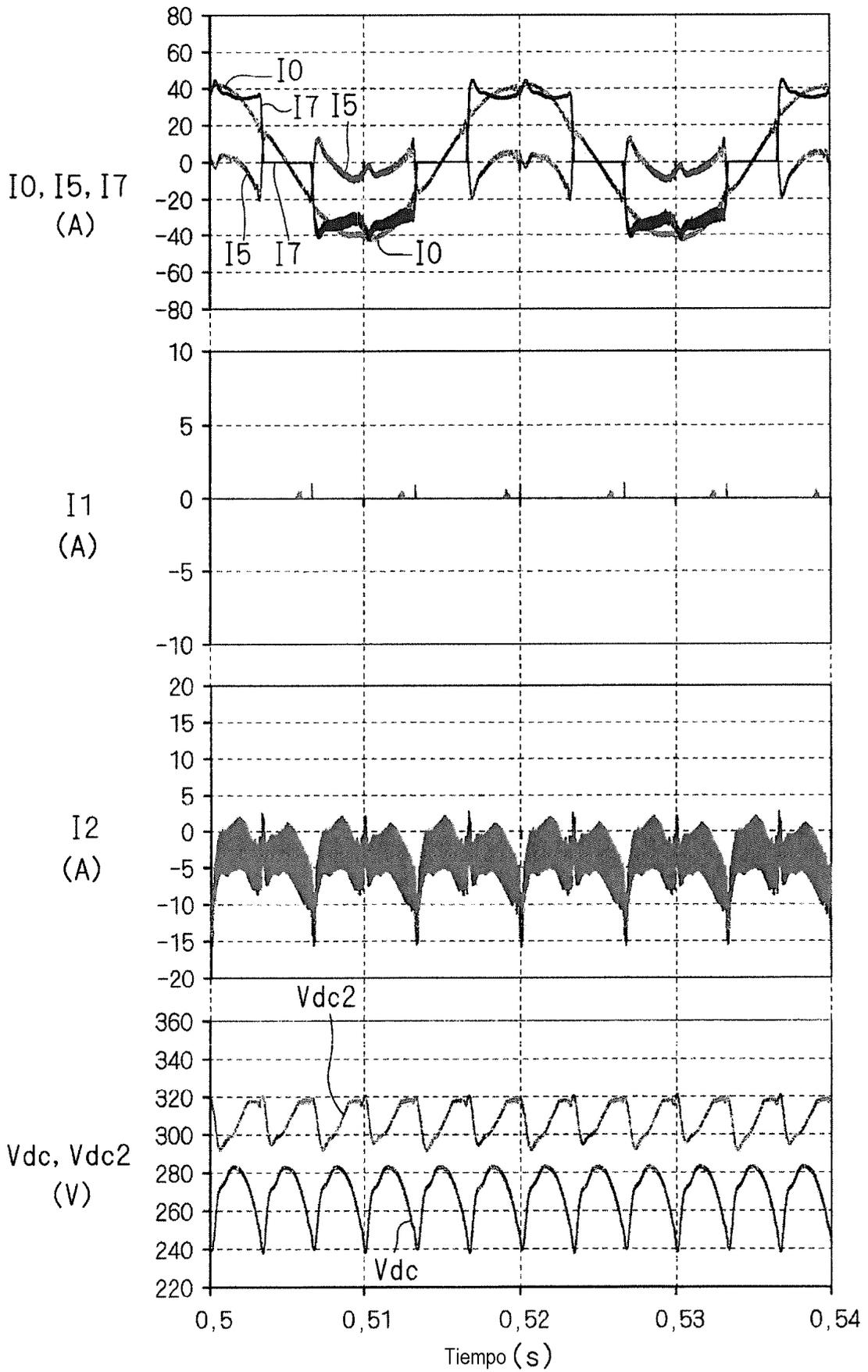
F I G . 2 2



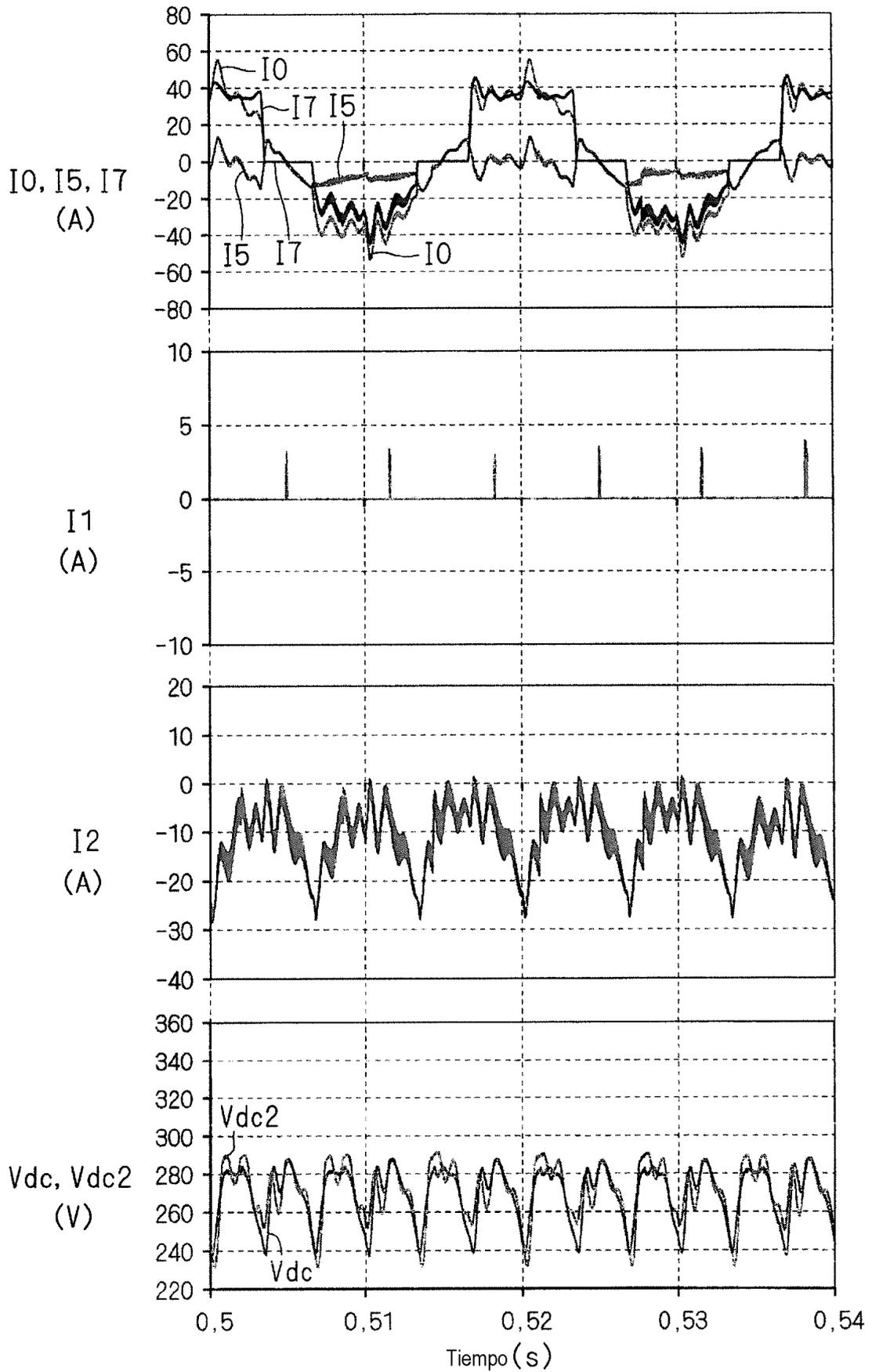
F I G . 2 3



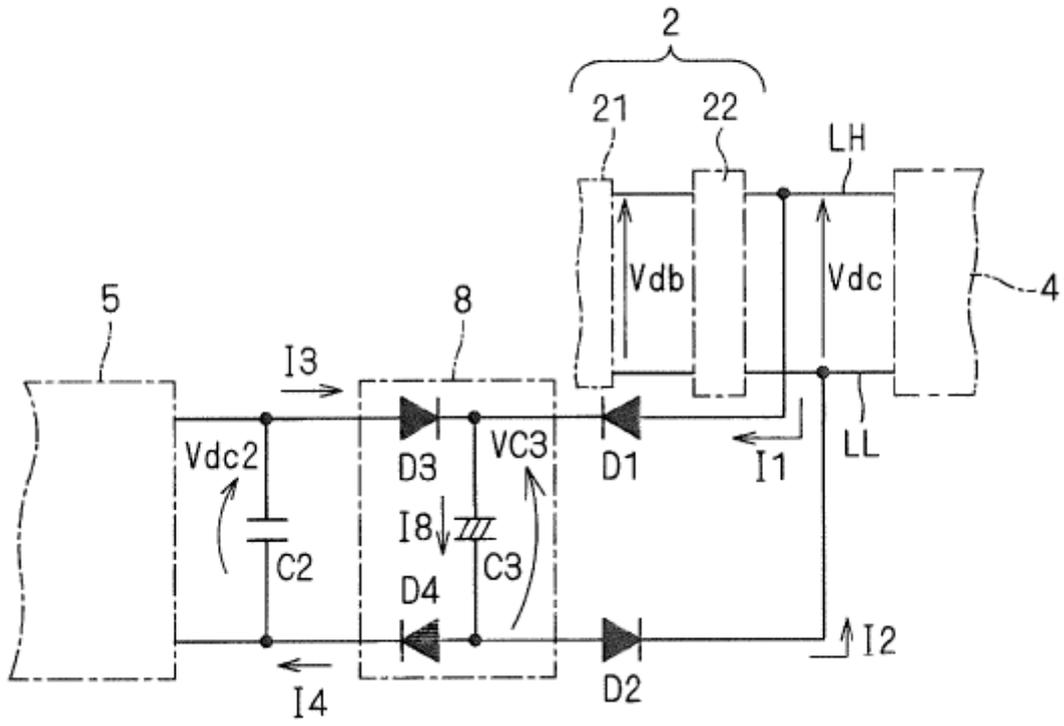
F I G . 2 4



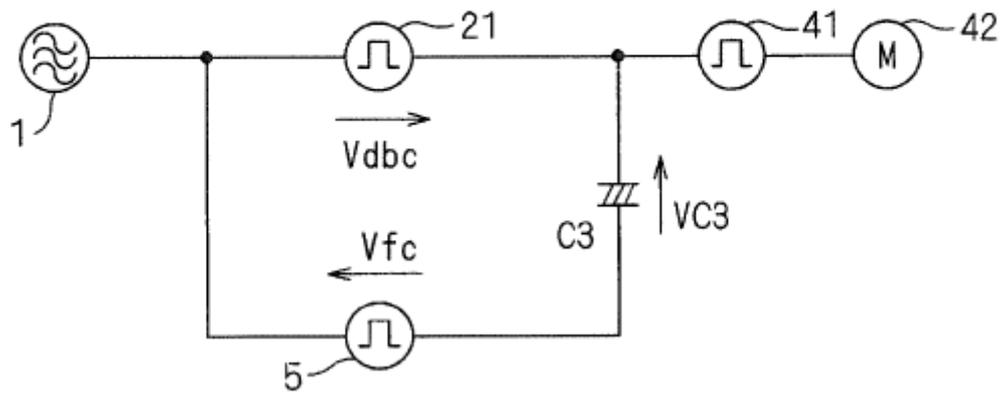
F I G . 2 5



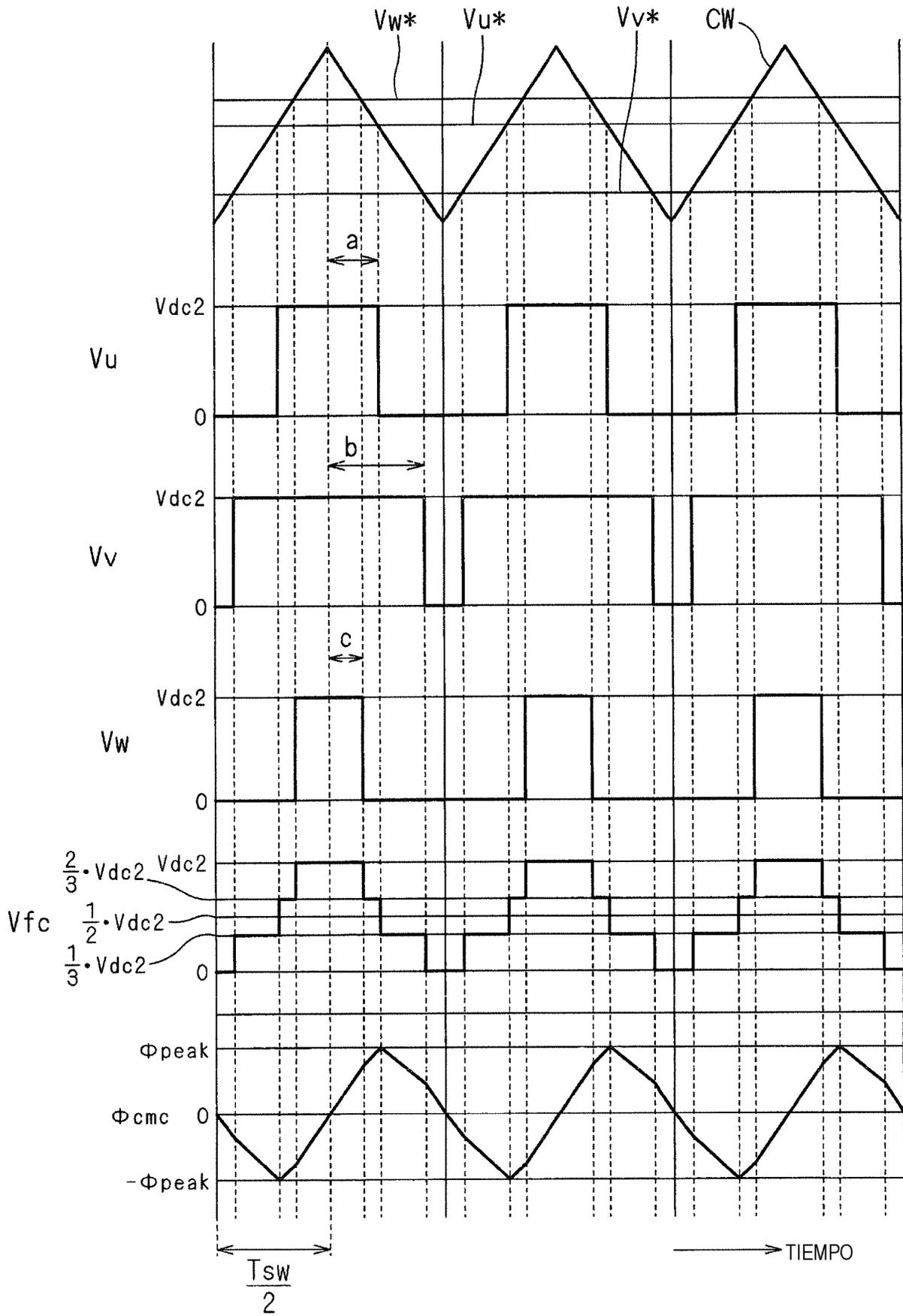
F I G . 2 6



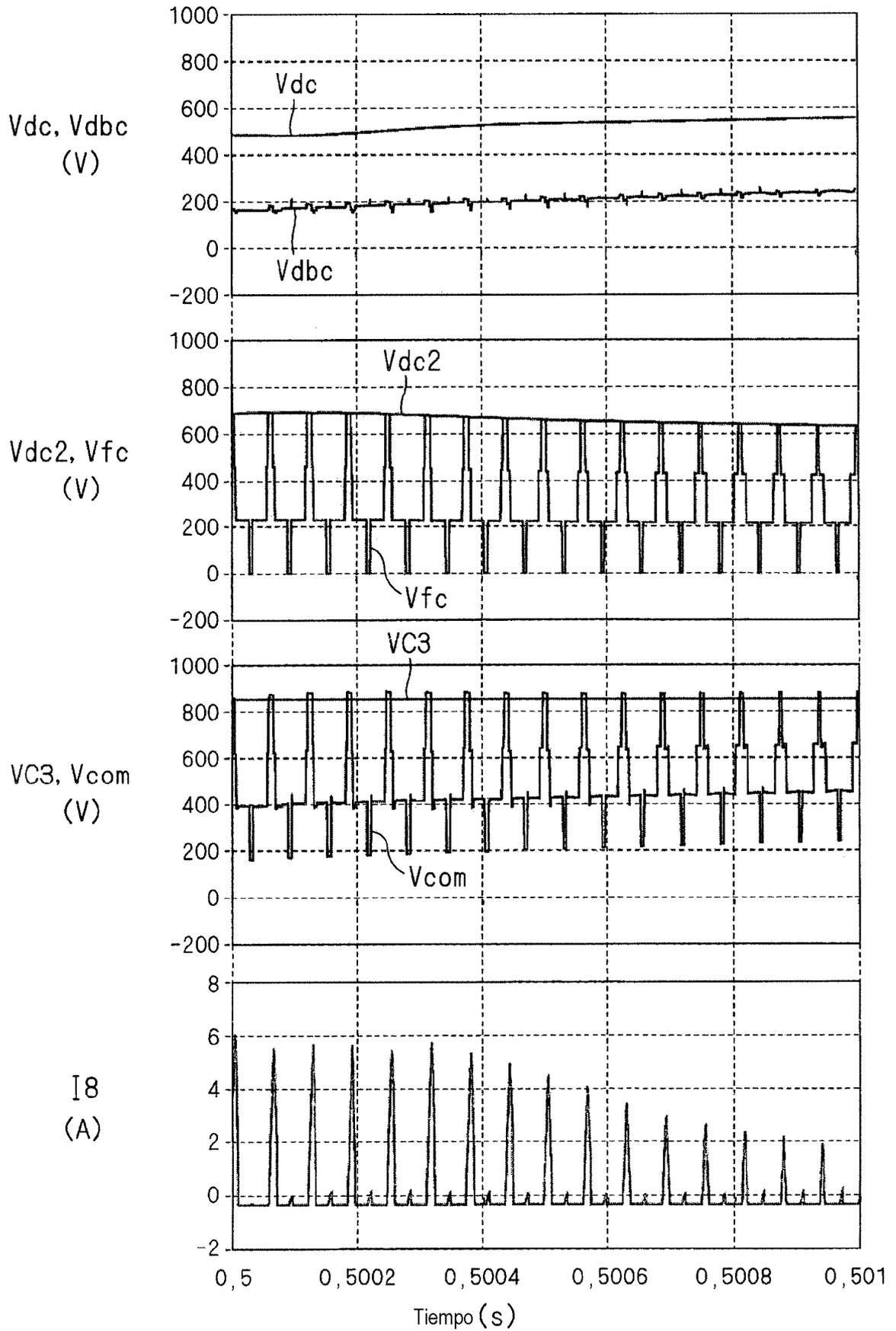
F I G . 2 7



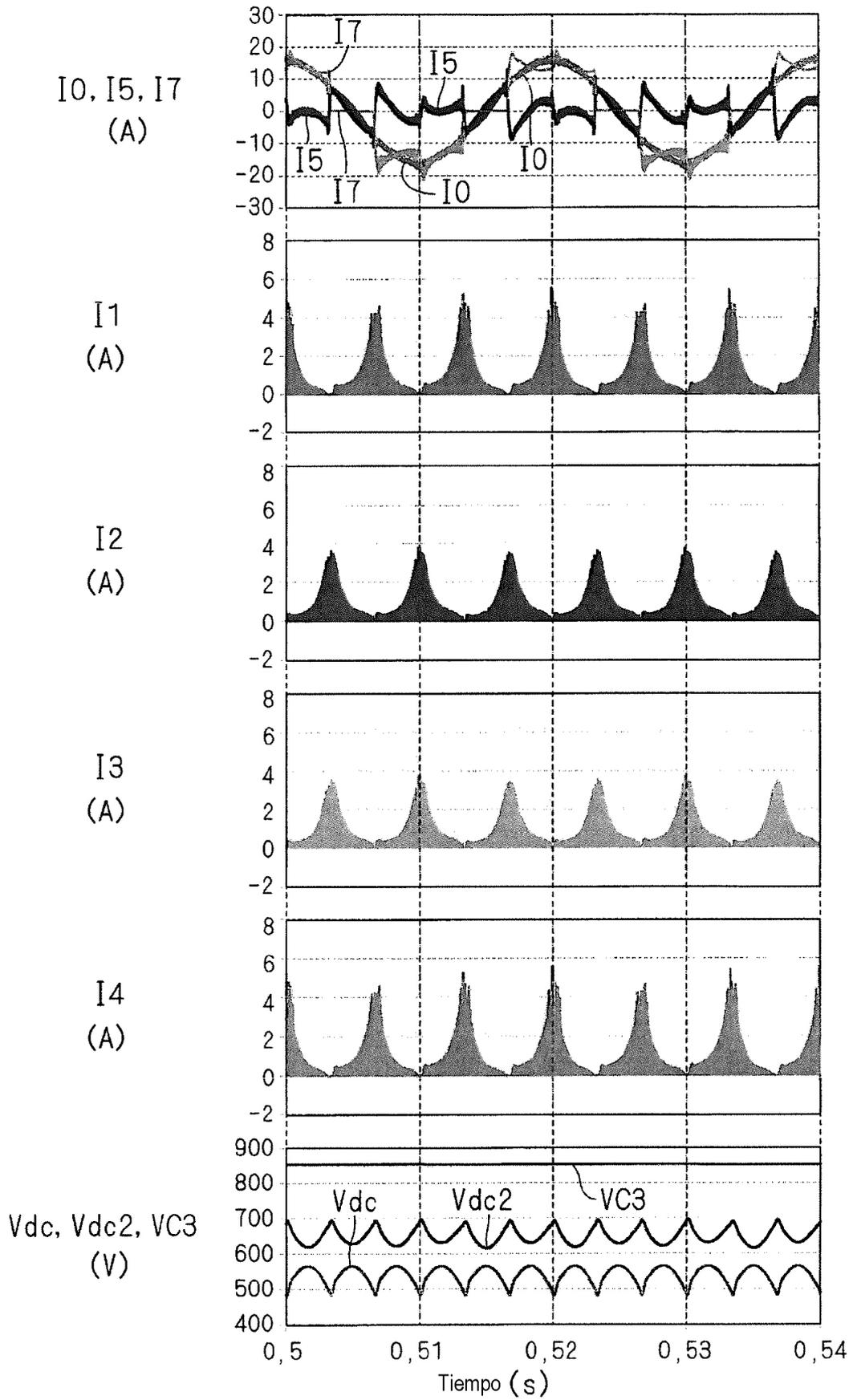
F I G . 2 8



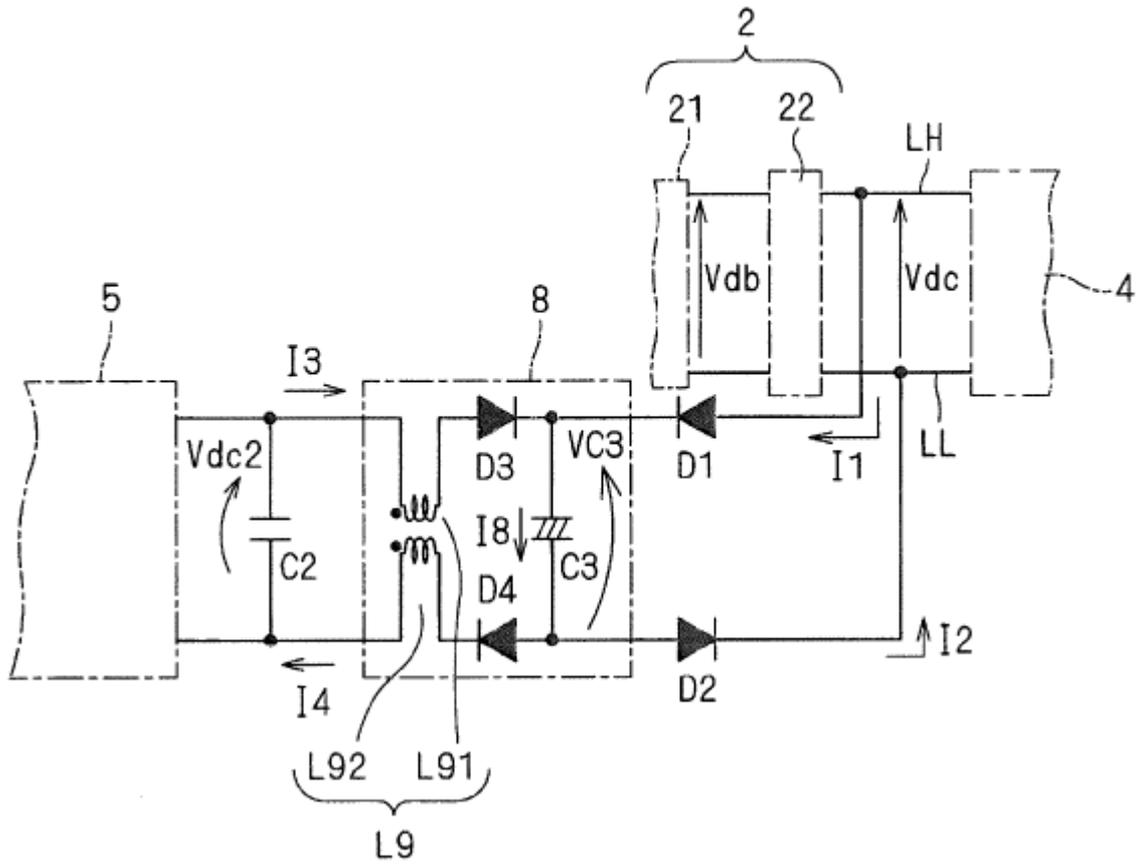
F I G . 2 9



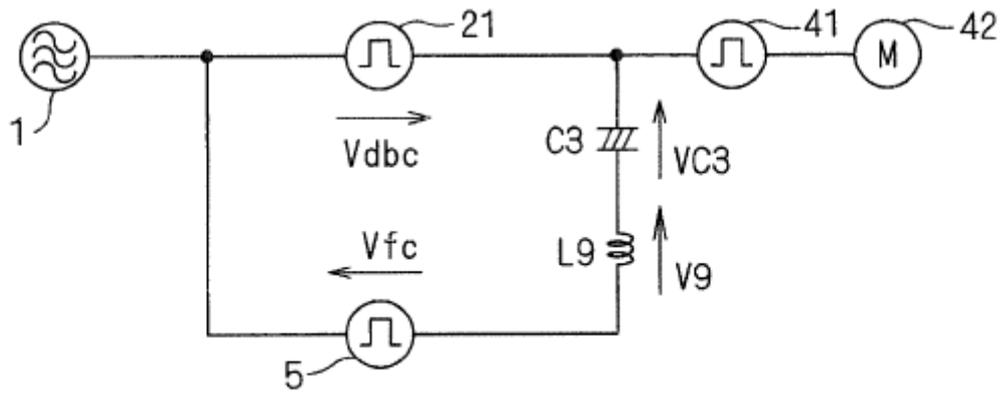
F I G . 3 0



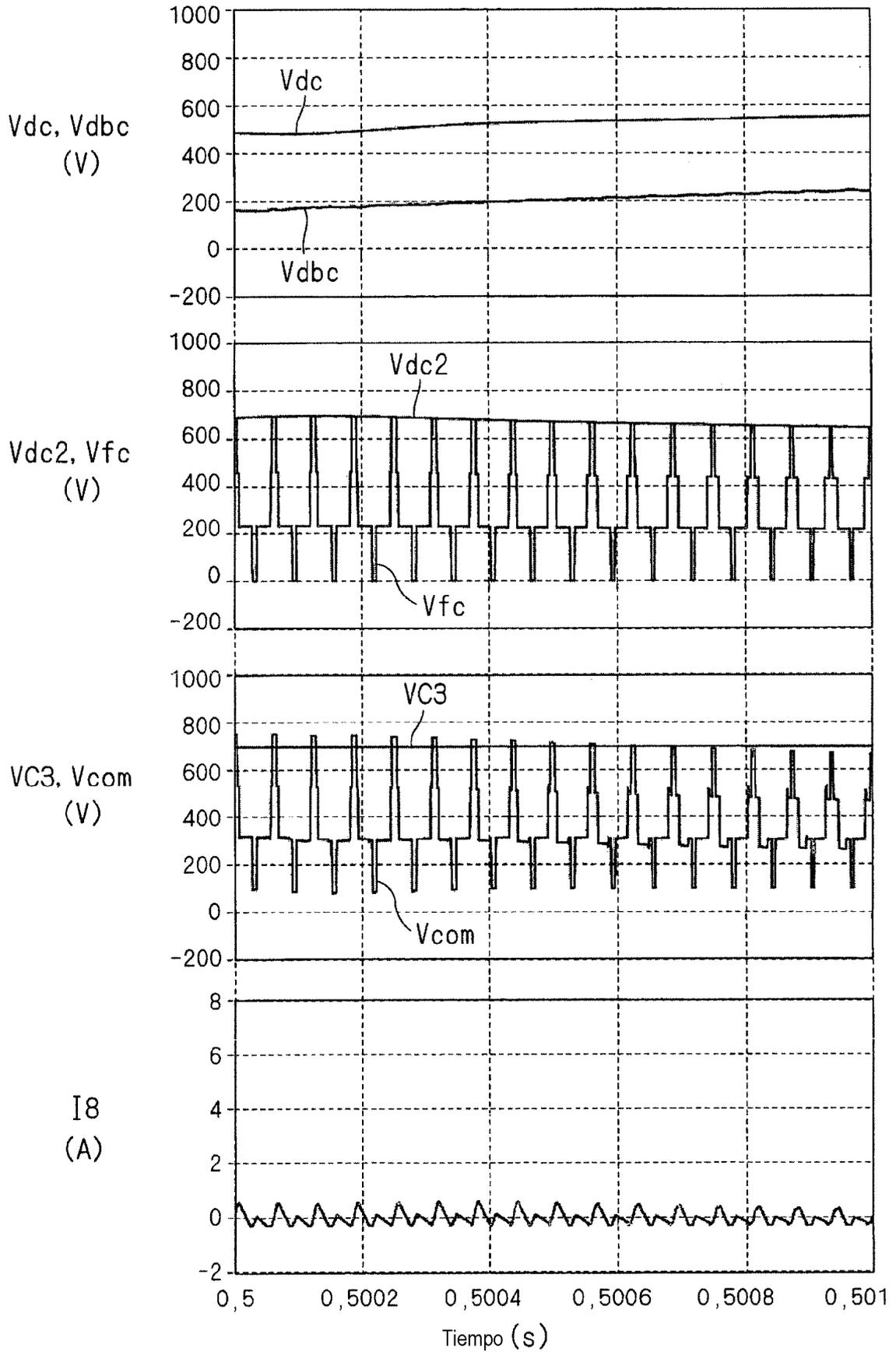
F I G . 3 1



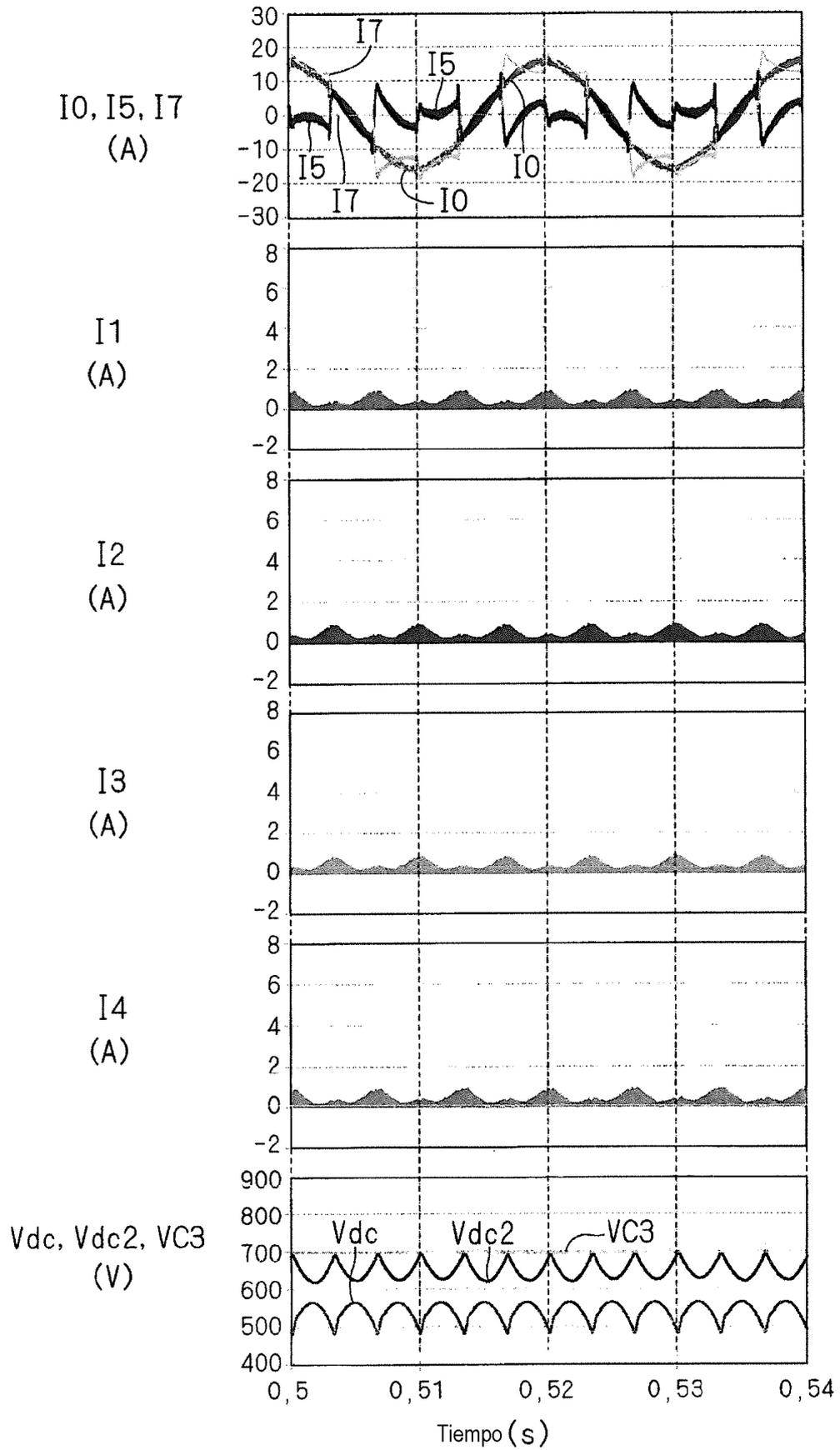
F I G . 3 2



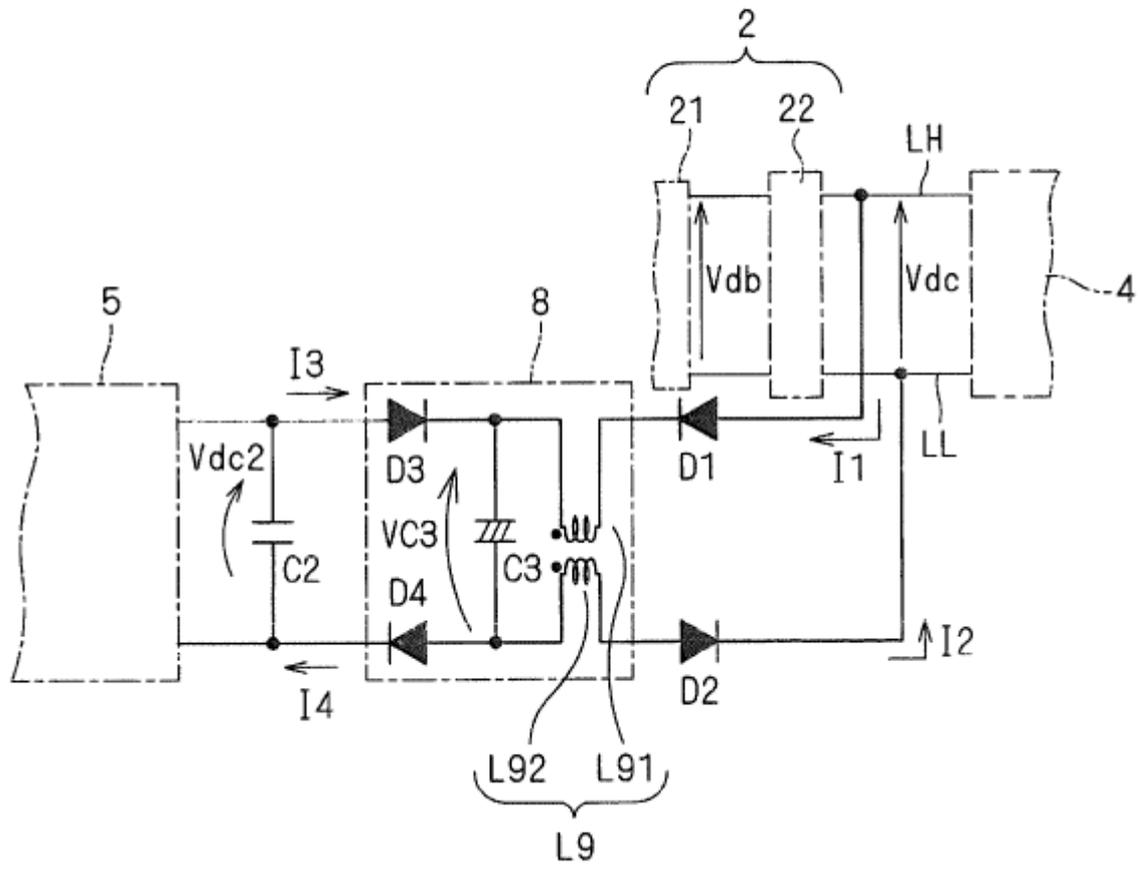
F I G . 3 3



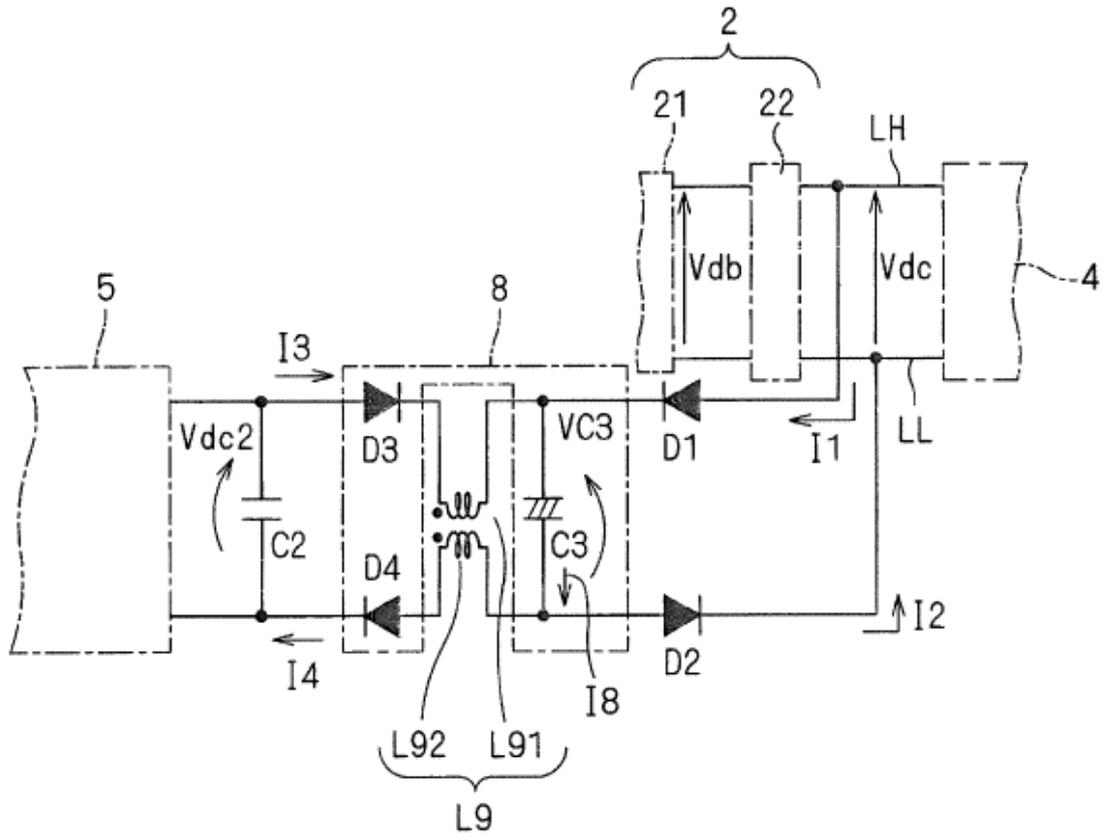
F I G . 3 4



F I G . 3 5



F I G . 3 6



F I G . 3 7

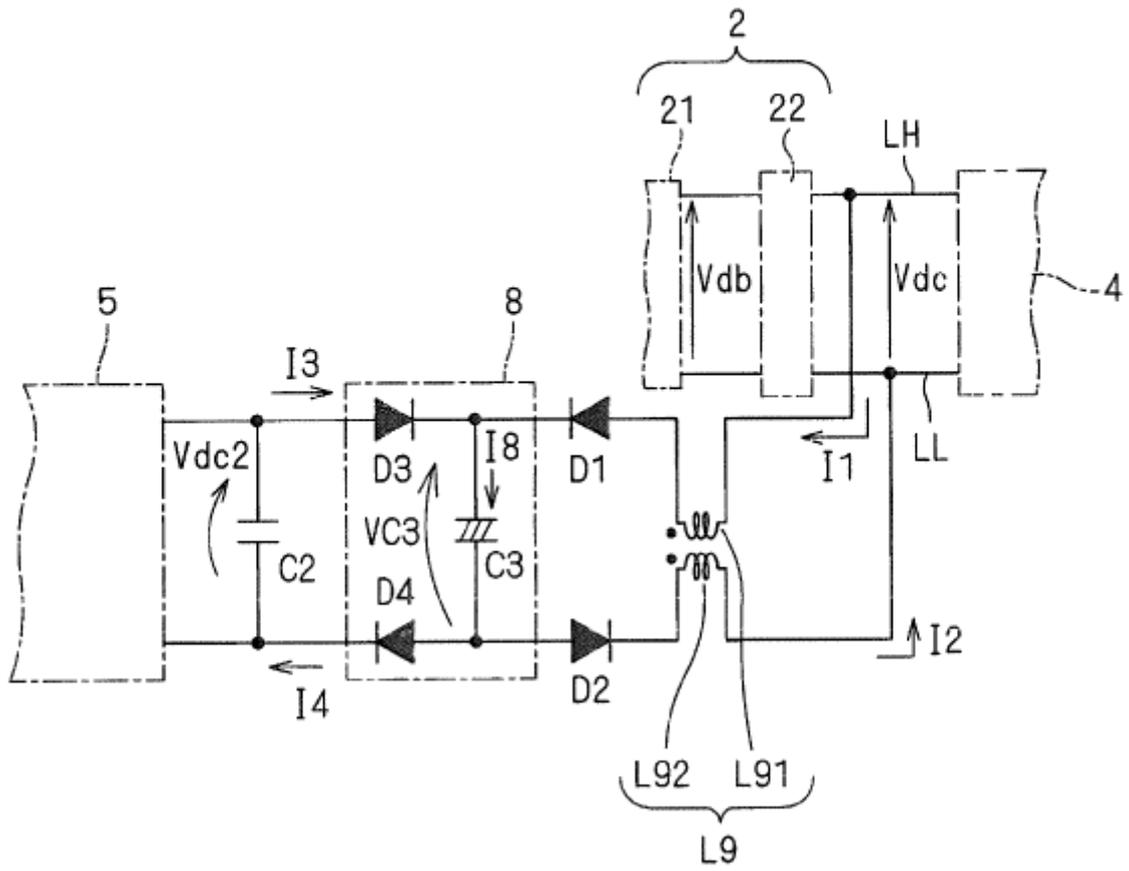
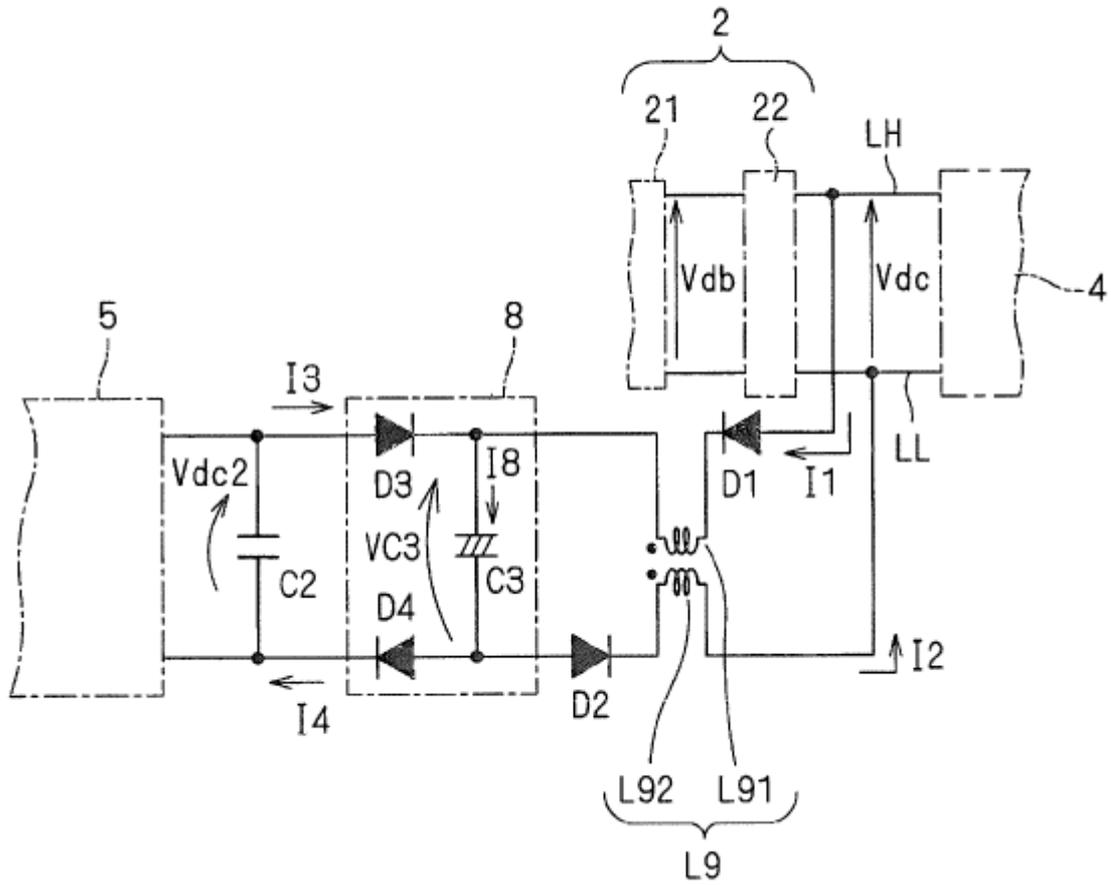
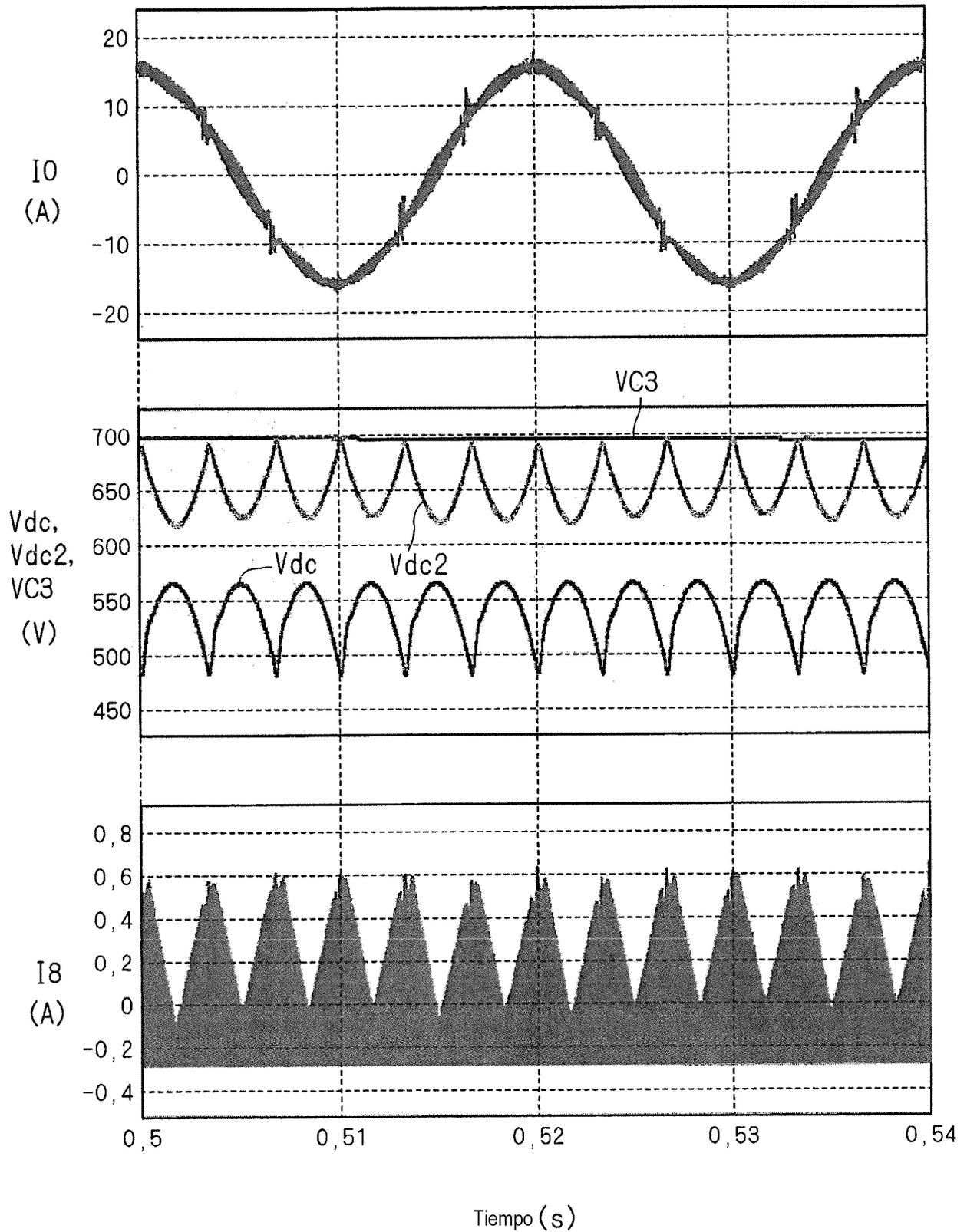


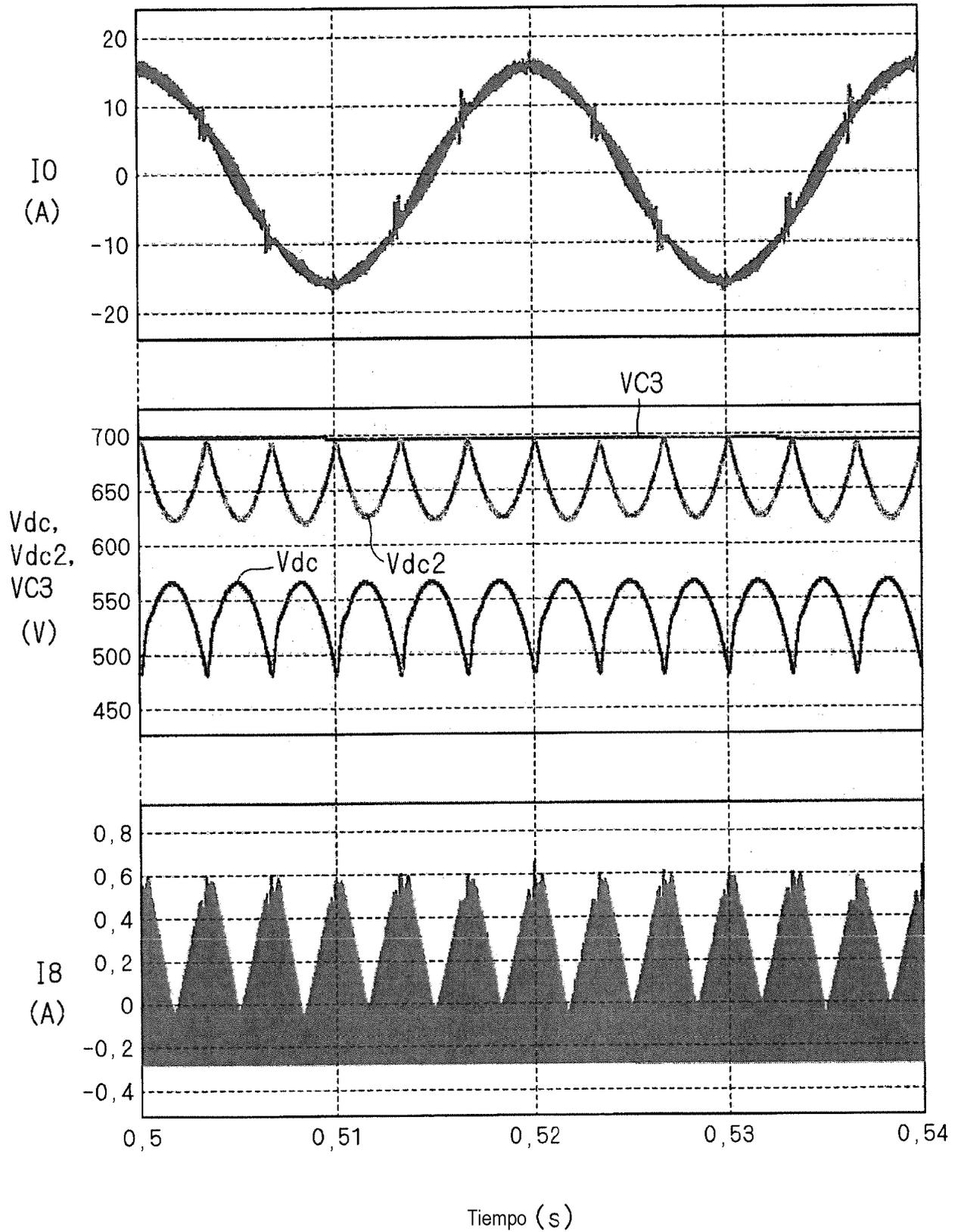
FIG. 38



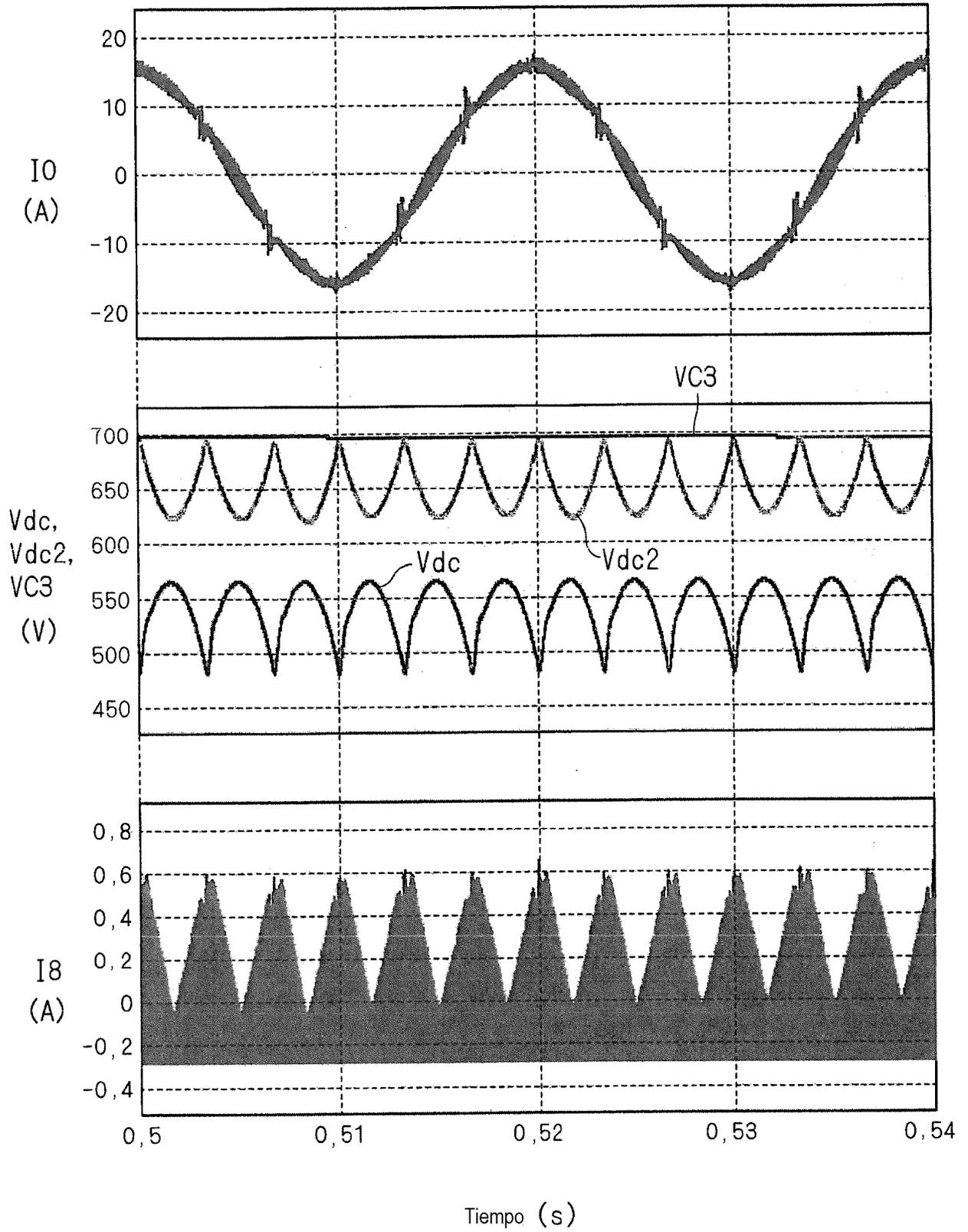
F I G . 3 9



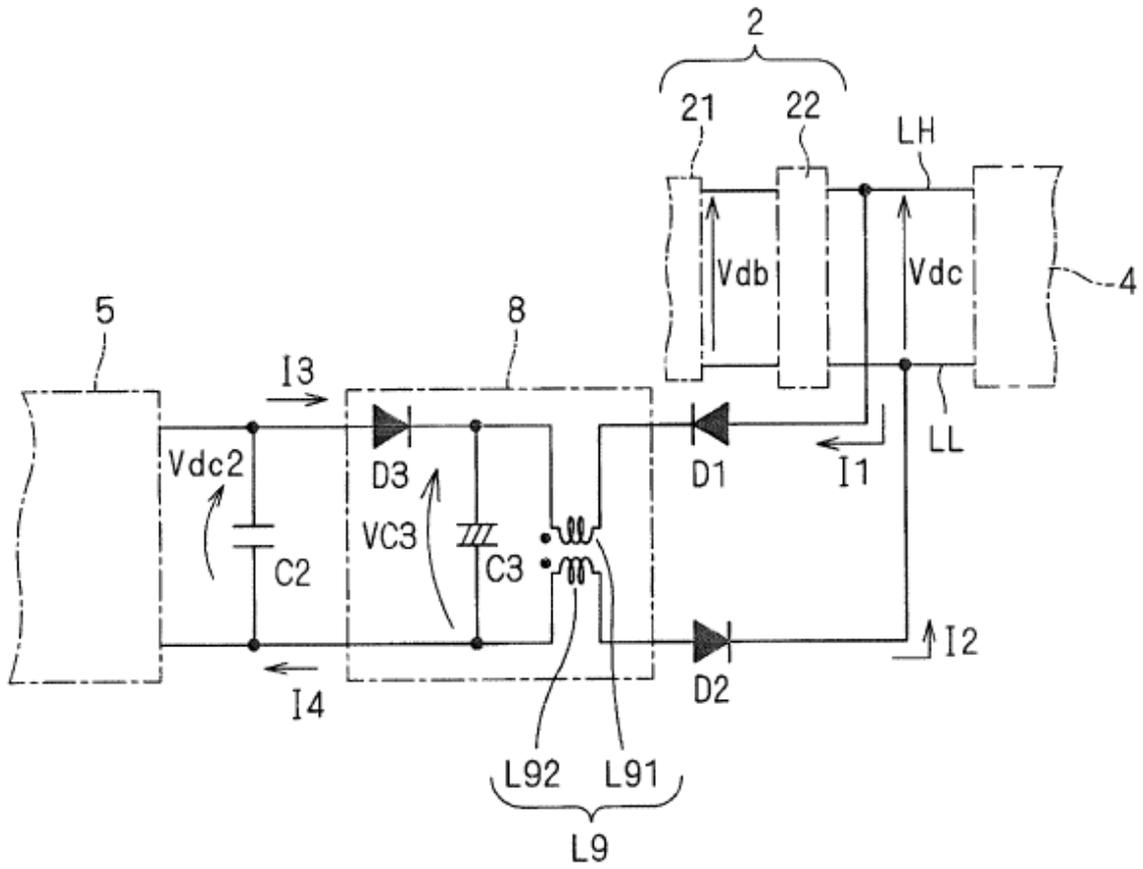
F I G . 4 0



F I G . 4 1



F I G . 4 2



F I G . 4 3

