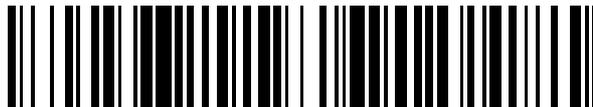


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 457 741**

51 Int. Cl.:

H02M 7/46 (2006.01)

H02M 7/537 (2006.01)

H02P 27/08 (2006.01)

H02P 29/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2011 E 11726896 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2014 EP 2580860**

54 Título: **Ondulador de tensión y procedimiento de mando de tal ondulator**

30 Prioridad:

14.06.2010 FR 1054690

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

29.04.2014

73 Titular/es:

**HISPANO-SUIZA (100.0%)
18, Boulevard Louis Seguin
92700 Colombes, FR**

72 Inventor/es:

BALPE, CÉDRIC

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 457 741 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

Ondulador de tensión y procedimiento de mando de tal ondulador

Ámbito técnico de la invención

5 La presente invención concierne a un ondulador de tensión que tolera las averías. Un ondulador de este tipo está destinado a permitir la conversión de una tensión continua en una o varias tensiones alternas, reversible en potencia. La presente invención concierne igualmente a un procedimiento de mando de un ondulador de este tipo.

Estado de la técnica anterior

Se utilizan numerosos onduladores para convertir una tensión continua en una o varias tensiones alternas, y esto en particular en el ámbito aeronáutico.

10 Un ondulador de este tipo está conectado generalmente a los bornes de una fuente de tensión continua y transforma la tensión continua en tensión alterna para alimentar una carga alterna trifásica. Esta carga alterna puede ser una máquina trifásica de corriente alterna, tal como un motor síncrono de imán permanente. Generalmente, tal ondulador de tensión comprende tres brazos, que comprenden cada uno dos medios de conmutación eléctricos conectados a la fuente de tensión continua. En cada uno de los tres brazos, el punto medio de los medios de conmutación está
15 conectado a una fase de la carga alterna trifásica. Los medios de conmutación están formados generalmente por un interruptor estático y por un diodo en antiparalelo.

Ahora bien, en el ámbito aeronáutico en particular, la seguridad y la fiabilidad son primordiales. Por esta razón, un ondulador de este tipo debe poder continuar funcionando a pesar de la presencia de una o varias averías internas.

20 Así, el estado de la técnica conoce varias configuraciones que permiten el funcionamiento del ondulador a pesar de la presencia de uno o varios fallos. El documento FR2892243, especialmente, describe un ondulador que tolera las averías que comprende además un cuarto brazo conectado a la fuente de tensión. Este cuarto brazo presenta dos medios de conmutación conectados en serie y un punto medio. El punto medio de este cuarto brazo está conectado al neutro de la carga. En funcionamiento normal del ondulador, el cuarto brazo está inactivo. Pero, en caso de fallo en uno de los otros tres brazos, el cuarto brazo se hace activo y permite controlar el potencial del neutro de la carga de manera que pueda gobernar la carga en los dos brazos que no fallan a través del punto de neutro de la carga.
25 Así, en caso de una carga de tipo máquina giratoria eléctrica, se asegura la continuidad del campo giratorio y por tanto de la producción de par.

30 Así pues, la presencia de este cuarto brazo permite el funcionamiento del ondulador en caso de fallo de uno de estos brazos. Sin embargo, con la solución presente en este documento, en caso de fallo en un brazo, la carga funciona solamente en dos fases, lo que conduce a una pérdida de potencia del motor síncrono de imán permanente, y por tanto a una pérdida de par o bien a un sobredimensionado previo del motor.

El documento WO20010034906 divulga un accionador eléctrico que integra dos onduladores que alimentan una máquina eléctrica y que es reconfigurable en presencia de un fallo. El documento WO2008087270 divulga una alimentación a dos onduladores en serie para accionador electromecánico polifásico.

35 **Exposición de la invención**

La invención pretende poner remedio a los inconvenientes del estado de la técnica, proponiendo un ondulador cuyo funcionamiento sea posible a pesar de la presencia de fallos internos.

Otro objeto de la invención es proponer un ondulador que no provoque pérdida de par motor, incluso en caso de fallo interno.

40 Otro objeto de la invención es proponer un ondulador de alta disponibilidad que presente un volumen reducido.

Otro objeto de la invención es proponer un ondulador de tensión que pueda funcionar a baja velocidad sin prestar atención a sobrecorrientes.

Para hacer esto, de acuerdo con un primer aspecto de la invención, se propone un ondulador de tensión que comprende:

- 45
- una carga que comprende n fases, presentando cada fase un primer borne y un segundo borne;
 - una primera y una segunda células que comprenden cada una n brazos, comprendiendo cada brazo:
 - o dos medios de conmutación conectados en serie, pudiendo ser colocado cada medio de conmutación en un estado pasante o en un estado bloqueante,
 - o un punto medio situado entre los dos medios de conmutación,

estando conectado cada primer borne de cada una de las fases de la carga a uno de los puntos medios de la primera célula, estando conectado cada segundo borne de cada una de las fases de la carga a uno de los puntos medios de la segunda célula.

- una fuente de tensión,

- 5 estando conectadas cada una de las primera y la segunda células a la fuente de tensión por intermedio de dos medios de aislamiento eléctrico, pudiendo estar colocado cada medio de aislamiento eléctrico en un estado pasante o en un estado bloqueante.

10 El ondulator de acuerdo con la invención se caracteriza particularmente por que no comprende neutro permanente. En efecto, al contrario de los ondulatores de la técnica anterior, las diferentes fases de la carga no están conectadas a un punto neutro permanente, sino a dos células, la primera y la segunda células, que son idénticas.

Los n brazos que pertenecen a una misma célula están conectados preferentemente en paralelo.

El ondulator de acuerdo con la invención presenta dos modos de funcionamiento normales posibles:

- 15 - De acuerdo con un primer modo de funcionamiento, cada fase de la carga forma con los dos brazos a los cuales está conectada, un puente en H. En este caso, el ondulator de acuerdo con la invención funciona sin neutro;
- De acuerdo con un segundo modo de funcionamiento, una de las dos células del ondulator está aislada de la fuente de tensión y sus medios de conmutación son tales que esta célula forma un punto neutro, al cual están conectadas las n fases de la carga.

20 En caso de fallo en una de las células del ondulator, esta célula que falla se transforma en punto neutro, gracias a los medios de conmutación de esta célula, y este punto neutro se aísla de la fuente de tensión gracias a los medios de aislamiento eléctricos que están conectados a esta célula. Así, cuando una célula falla, esta célula se transforma en punto neutro al cual están conectadas las n fases de la carga. Las n fases de la carga pueden entonces continuar funcionando normalmente a través de la célula que no falla. El montaje de acuerdo con la invención permite por tanto la utilización de todas las fases en caso de fallo en uno de los brazos, lo que permite no perder potencia en caso de fallo en uno de los brazos del ondulator. Así, en el caso de una carga de tipo máquina giratoria eléctrica, se asegura la continuidad del campo giratorio y por tanto de la producción de par.

25 En caso de fallo de circuito abierto en una de las fases de la carga, se abren los medios de conmutación de los dos brazos que están conectados a la fase en fallo, de modo que la fase en circuito abierto queda desconectada de la fuente de tensión. El ondulator de acuerdo con la invención funciona entonces solamente con las $n-1$ fases de la carga que no están en fallo.

30 El ondulator de acuerdo con la invención es particularmente ventajoso, porque cualquiera que sea el número de fases de la carga, sólo se utilizan cuatro medios de aislamiento eléctricos.

Además, el ondulator de acuerdo con la invención utiliza una sola fuente de tensión y por tanto permite una economía del número de componentes utilizados.

35 La invención concierne de modo muy particular al caso en que n es igual a 3.

La carga es preferentemente una carga alterna trifásica, y todavía de manera más preferente un motor síncrono de imán permanente.

40 La fuente de tensión es preferentemente una fuente de tensión continua. Esta fuente de tensión resulta tradicionalmente de la rectificación de la red eléctrica del avión; la fuente de tensión puede ser también directamente una red de tensión continua.

Ventajosamente, cada medio de conmutación está constituido por un interruptor estático y por un diodo en antiparalelo.

Ventajosamente, el interruptor estático de cada medio de conmutación es un transistor o un tiristor.

Ventajosamente, cada medio de aislamiento eléctrico es un interruptor bidireccional.

45 De acuerdo con un modo de realización muy preferente, el ondulator de acuerdo con la invención comprende además un dispositivo de mando y de vigilancia de los fallos apto para:

- mandar los medios de conmutación y los medios de aislamiento eléctrico,
- detectar el fallo de uno de los medios de conmutación y

- detectar el fallo de la conexión entre uno de los bornes de una de las fases y uno de los puntos medios.

De acuerdo con diferentes modos de realización:

- 5 - el dispositivo de mando y de vigilancia puede estar constituido por varias unidades elementales de mando y de vigilancia, estando encargada cada unidad de mando y de vigilancia de un medio de conmutación o de un medio de aislamiento eléctrico;
- el dispositivo de mando y de vigilancia puede estar constituido por una sola unidad de mando y de vigilancia que está encargada de todos los medios de conmutación y de todos los medios de aislamiento eléctricos.

Ventajosamente, el dispositivo de mando y de vigilancia es apto para mandar el estado de los medios de conmutación y de los medios de aislamiento eléctrico.

- 10 De acuerdo con un modo de realización preferente, cada punto medio está además conectado a un punto neutro por intermedio de un elemento de conmutación, pudiendo ser colocado el elemento de conmutación en un estado bloqueante o en un estado pasante.

15 Estas conexiones de los puntos medios a un punto neutro son particularmente ventajosas en caso de cortocircuito no franco en uno de los medios de conmutación. En efecto, en caso de cortocircuito en uno de los medios de conmutación, se hace uso de este cortocircuito para transformar la célula a la cual pertenece el medio de conmutación en cortocircuito en punto neutro. Ahora bien, si el cortocircuito no es completo, esto puede provocar un desequilibrio de la carga. A fin de poner remedio a este problema, se conectan todos los puntos medios a un punto neutro por intermedio de elementos de conmutación. En funcionamiento normal, todos los elementos de conmutación están en un estado bloqueante, de modo que los puntos medios no están conectados eléctricamente al neutro. Por el contrario, en caso de cortocircuito en uno de los medios de conmutación, el punto medio del brazo al cual éste pertenece queda conectado automáticamente al neutro inmovilizando el elemento de conmutación al cual está conectado en un estado pasante. De este modo, se fuerza el cortocircuito y por tanto la célula en la cual el medio de conmutación está en cortocircuito, forma siempre un punto neutro perfecto.

25 Ventajosamente, el dispositivo de mando y de vigilancia es igualmente apto para detectar un fallo en uno de los elementos de conmutación.

Ventajosamente, el dispositivo de mando y de vigilancia es igualmente apto para mandar los elementos de conmutación de modo que les coloque en un estado bloqueante o en un estado pasante.

La invención concierne igualmente a un procedimiento de mando de un ondulator de acuerdo con la invención, según el cual, cuando no es detectado ningún fallo, el procedimiento de mando comprende las etapas siguientes:

- 30 - Puesta en estado bloqueante de los medios de aislamiento eléctrico conectados la primera célula,
- Mando de los medios de conmutación de la primera célula de modo que la primera célula forma un punto neutro al cual quedan conectadas las n fases de la carga,
- Puesta en un estado pasante de los medios de aislamiento eléctrico conectados a la segunda célula,
- Mando de los medios de conmutación de la segunda célula de modo que los dos medios de conmutación de un mismo brazo de la segunda célula estén en estados opuestos, uno en estado pasante y el otro bloqueado.

40 Así, de acuerdo con este procedimiento, cuando no es detectado ningún fallo, y por tanto el ondulator está en funcionamiento normal, una de las dos células, que es denominada en este caso la primera célula, pero que podría ser también la segunda célula, puesto que el ondulator de acuerdo con la invención es totalmente simétrico, es transformada en punto neutro al cual quedan conectadas todas las fases de la carga. Este punto neutro está aislado de la fuente de tensión gracias a los medios de aislamiento eléctrico. La segunda célula, es decir la que no es transformada en punto neutro, continúa funcionando como las células de la técnica anterior, es decir que los medios de conmutación de cada uno de estos brazos están colocados alternativamente en estados opuestos. Así, de acuerdo con este modo de realización, el ondulator de acuerdo con la invención funciona, en ausencia de fallo, como los ondulators de la técnica anterior que comprendían una sola célula constituida por tres brazos, estando conectado el punto medio de cada brazo a una fase de la carga.

45 De acuerdo con otro modo de realización, la invención concierne igualmente a un procedimiento de mando de un ondulator de tensión de acuerdo con la invención, en el cual, cuando no es detectado ningún fallo, el procedimiento de mando comprende las etapas siguientes:

- Puesta en un estado pasante de todos los medios de aislamiento eléctrico;
- 50 - Mando de los medios de conmutación de modo que cada fase forma con los dos brazos a los cuales está conectada un puente en H.

De acuerdo con otro modo de realización, la carga funciona sin neutro. En efecto, cada fase está conectada a dos puntos medios, perteneciendo cada punto medio a uno de los brazos de una de las células.

Por « puente en H », se entiende un montaje conocido por el especialista en la materia, en el cual la fase forma la barra horizontal de la H y un brazo de cada célula forman los brazos verticales de la H.

- 5 En este modo de funcionamiento, los medios de conmutación son accionados preferentemente dos a dos:
- el medio de conmutación superior del brazo de la primera célula está en el mismo estado que el medio de conmutación inferior del brazo de la segunda célula;
 - el medio de conmutación inferior del brazo de la primera célula está en el mismo estado que el medio de conmutación superior del brazo de la segunda célula;
- 10 - los medios de conmutación de un mismo brazo están en estados opuestos.

Este modo de realización en puente en H permite una mejor utilización de la franja de tensión disponible, y a potencia igual, se utiliza menos corriente que con el procedimiento de mando de acuerdo con la realización precedente.

- 15 La invención concierne igualmente a un procedimiento de mando de un ondulator de tensión en el cual, cuando es detectado un fallo en uno de los medios de conmutación, el procedimiento de mando comprende las etapas siguientes:

- Puesta en un estado bloqueante de los medios de aislamiento eléctrico que están conectados a la célula a la cual pertenece el medio de conmutación que falla;
 - Mando de los otros medios de conmutación de la célula a la cual pertenece el medio de conmutación que falla de modo que la célula a la cual pertenece el medio de conmutación que falla forma un punto neutro al cual quedan conectadas las n fases de la carga.
- 20

- Así, de acuerdo con este procedimiento, en caso de fallo en uno de los medios de conmutación, se controlan los otros medios de conmutación de la célula a la cual pertenece el medio de conmutación en fallo, de modo que la célula a la cual pertenece el medio de conmutación que falla forma un punto neutro, al cual quedan conectadas todas las fases de la carga. De este modo, incluso si uno de los medios de conmutación está en fallo, se puede continuar utilizando las fases de la carga.
- 25

La invención concierne igualmente a un procedimiento de mando de un ondulator tal que, cuando es detectado un fallo en la conexión entre uno de los bornes de una de las fases, y uno de los puntos medios, el procedimiento de mando comprende la etapa siguiente:

- Puesta en un estado bloqueante de los medios de conmutación que están conectados a la fase que pertenece a la conexión que falla.
- 30

De este modo, cuando una de las fases de la carga está en circuito abierto, se abren los dos brazos a los cuales ésta está conectada y entonces se puede continuar utilizando todas las otras fases de la carga.

- 35 La invención concierne igualmente a un procedimiento de mando de un ondulator de acuerdo con la invención tal que, cuando es detectado un fallo de cortocircuito en uno de los medios de conmutación, el elemento de conmutación al cual está conectado el medio de conmutación en cortocircuito es puesto en estado pasante.

La invención concierne igualmente a un procedimiento de mando de un ondulator de acuerdo con la invención tal que, cuando no es detectado ningún fallo de cortocircuito en los medios de conmutación, todos los elementos de conmutación están colocados en estado bloqueante.

- 40 Ventajosamente, el dispositivo de mando y de vigilancia del ondulator de acuerdo con la invención es apto para poner en práctica las etapas de los procedimientos de mando anteriormente descritos.

Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto en la lectura de la descripción que sigue, refiriéndose a las figuras anejas, que ilustran:

- 45
- la figura 1, una representación esquemática de un ondulator de tensión de acuerdo con un modo de realización de la invención,
 - la figura 2, una representación esquemática del ondulator de tensión de la figura 1 en caso de cortocircuito en uno de los medios de conmutación,

- la figura 3, una representación esquemática del ondulator de tensión de la figura 1 en caso de circuito abierto en uno de los medios de conmutación,
- la figura 4, una representación esquemática del ondulator de tensión de la figura 1 en caso de fallo de circuito abierto en la conexión entre una de las fases de la carga y uno de los brazos de la célula del ondulator,
- la figura 5, una representación esquemática de un ondulator de tensión de acuerdo con un modo de realización de la invención,
- la figura 6, una representación esquemática del ondulator de la figura 1 de acuerdo con un primer modo de funcionamiento normal,
- la figura 7, una representación esquemática del ondulator de la figura 1 de acuerdo con un segundo modo de funcionamiento normal.

Para mayor claridad, los elementos idénticos o similares están indicados por signos de referencia idénticos en el conjunto de las figuras.

Descripción detallada de un modo de realización

La figura 1 representa un ondulator de tensión de acuerdo con un modo de realización de la invención. Este ondulator de tensión es un ondulator trifásico destinado a modular la energía eléctrica intercambiada entre dos fuentes de energía eléctricas de las cuales una es una fuente de tensión continua 11 y la otra una carga 1 alterna trifásica. Un ondulator de este tipo puede ser bidireccional en potencia.

La carga 1 comprende tres fases respectivamente 2, 3 y 4. La carga 1 es preferentemente un motor síncrono de imán permanente.

Cada fase comprende un primer borne, respectivamente 5, 6 y 7 y un segundo borne, respectivamente 8, 9 y 10.

El ondulator de tensión comprende igualmente una primera célula 12 y una segunda célula 13. Cada célula 12, 13 comprende tres brazos, respectivamente 14, 15, 16 y 17, 18, 19. Los tres brazos de cada célula están conectados entre sí en paralelo.

Cada brazo comprende dos medios de conmutación Q1/Q4, Q2/Q5, Q3/Q6, Q7/Q10, Q8/Q11, Q9/Q12, Los dos medios de conmutación de un mismo brazo están conectados en serie. Entre dos medios de conmutación de un mismo brazo se encuentra un punto medio 20, 21, 22, 23, 24, 25.

Cada medio de conmutación puede estar colocado en un estado pasante o en un estado bloqueante.

Cada medio de conmutación está constituido preferentemente por un interruptor estático T y un diodo D en antiparalelo. El interruptor estático es preferentemente un transistor, por ejemplo de tipo IGBT (transistor bipolar de puerta aislada), o un tiristor.

Cada primer borne 5, 6, 7 de cada fase está conectado a uno y solo uno de los puntos medios de la primera célula, respectivamente 20, 21, 22.

Cada segundo borne 8, 9, 10 de cada fase está conectado a uno y solo uno de los puntos medios de la segunda célula, respectivamente 23, 24, 25.

Cada fase 2, 3, 4 forma por tanto con uno de los brazos de la primera célula y uno de los brazos de la segunda célula un puente en H.

La primera célula 12 está conectada al borne + de la fuente de tensión 11 por intermedio de un primer medio de aislamiento eléctrico Q13. La primera célula 12 está conectada al borne - de la fuente de tensión 11 por intermedio de un segundo medios de aislamiento eléctrico Q14.

La segunda célula 13 está conectada al borne + de la fuente de tensión 11 por intermedio de un tercer medio de aislamiento eléctrico Q15. La segunda célula 13 está conectada al borne - de la fuente de tensión por intermedio de un cuarto medio de aislamiento eléctrico Q16.

Cada medio de aislamiento eléctrico puede estar colocado en un estado pasante o en un estado bloqueante.

Cada medio de aislamiento eléctrico está constituido preferentemente por un interruptor que es bidireccional puesto que la corriente es alterna.

El ondulator de acuerdo con la invención puede comprender además una etapa de filtrado 26 dispuesta entre la fuente de tensión 11 y la primera y la segunda célula 12, 13.

Cada etapa de filtrado 26 comprende preferentemente dos inductancias 27, 28 en serie con la fuente de tensión 11 y una capacidad 29 en paralelo con la fuente de tensión 11.

El ondulator de tensión descrito anteriormente puede funcionar según dos modos de funcionamiento normales en ausencia de fallo.

- 5 De acuerdo con el primer modo de funcionamiento normal, representado en la figura 6, una de las células, sea la primera célula, o bien la segunda célula, forma un punto neutro, mientras que el ondulator funciona con la otra célula, como en los onduladores de la técnica anterior.

10 En lo que sigue, se supondrá que el punto neutro está formado por la segunda célula 13, pero podría hacerse la misma descripción en el caso en que el punto neutro estuviera formado por la primera célula puesto que las dos células son preferentemente idénticas.

15 En este caso, los dos medios de aislamiento eléctricos Q15 y Q16 que unen la segunda célula 13 a la fuente de tensión 11 están colocados en un estado bloqueante de modo que la segunda célula 13 quede desconectada de la fuente de tensión 11. Por otra parte, los medios de conmutación Q7 a Q12 de la segunda célula 13 están en un estado tal que la segunda célula 13 forma un punto neutro al cual quedan conectadas las tres fases 2, 3, 4 de la carga.

Para esto, los medios de conmutación superiores Q7, Q8, Q9 están colocados en un estado bloqueante, mientras que los medios de conmutación inferiores Q10, Q11, Q12 están colocados en un estado pasante, o a la inversa.

20 La primera célula 12, a su vez, funciona como en los onduladores de la técnica anterior. Así, de acuerdo con un modo de realización preferente, los medios de conmutación de un mismo brazo están en estados opuestos, siendo uno bloqueante, mientras que el otro es pasante.

De acuerdo con el segundo modo de funcionamiento normal, representado en la figura 7, el ondulator de tensión funciona sin punto neutro. En este caso, los cuatro medios de aislamiento eléctrico Q13, Q14, Q15, Q16 están en un estado pasante.

25 Además, cada fase forma con los dos brazos al cual ésta está conectado un puente en H en el cual los dos medios de conmutación de un mismo brazo están en estados opuestos, siendo uno pasante mientras que el otro está en un estado bloqueante.

Así, la fase 2 forma con el brazo 14 y 19 un primer puente en H. La fase 3 forma con los brazos 15 y 18 un segundo puente en H. La fase 4 forma con los brazos 16 y 17 un tercer puente en H.

30 Además, cuando el medio de conmutación superior de un brazo de la primera célula está en un estado pasante, el medio de conmutación inferior del brazo de la segunda célula que pertenece al mismo puente en H está igualmente en un estado pasante.

Así, cuando los medios de conmutación Q1 y Q12 están en un estado pasante, los medios de conmutación Q4 y Q9 están en un estado bloqueante e inversamente.

35 Asimismo, cuando los medios de conmutación Q2 y Q11 están en un estado pasante, los medios de conmutación Q5 y Q8 están en un estado bloqueante e inversamente.

Asimismo, cuando los medios de conmutación Q3 y Q10 está en un estado pasante, los medios de conmutación Q6 y Q7 están en un estado bloqueante e inversamente.

40 Este modo de funcionamiento normal sin punto neutro es particularmente ventajoso porque permite invertir la polaridad de tensión en los bornes de cada fase y el ondulator de tensión puede funcionar entonces en una franja mayor de tensión. Así, de acuerdo con este modo de funcionamiento, la franja de tensión es dos veces mayor que según el modo de funcionamiento normal descrito anteriormente, es decir que la franja de tensión es igual al doble de la franja de tensión de la fuente de tensión 11.

La figura 2 representa el estado del montaje de la figura 1 en caso de fallo, y de modo más particular en caso de cortocircuito en el medio de conmutación Q10.

45 En este caso, los otros dos medios de conmutación que pertenecen a la misma célula 13 que el medio de conmutación Q10 en cortocircuito y que son conexos con el medio de conmutación Q10 en cortocircuito, es decir Q11 y Q12, están cerrados (o en un estado pasante).

50 Los medios de conmutación que pertenecen a la misma célula 13 que el medio de conmutación Q10 en cortocircuito, y que son opuestos al medio de conmutación en cortocircuito, es decir Q7, Q8, Q9, están abiertos (o en un estado bloqueante).

Los medios de aislamiento eléctrico Q15 y Q16 que conectan la célula 13 a la cual pertenece el medio de conmutación Q10 en cortocircuito son puestos en un estado bloqueante de modo que esta célula 13 a la cual pertenece el medio de conmutación Q10 que falla queda aislada eléctricamente de la fuente de tensión 11.

5 De este modo, la célula 13 a la cual pertenece el medio de conmutación que falla forma un punto neutro al cual quedan conectadas las tres fases 2, 3, 4 de la carga 1. El ondulator de tensión de acuerdo con la invención puede continuar entonces funcionando utilizando las tres fases de la carga, a pesar de la presencia de un cortocircuito en uno de las células, y por tanto no hay pérdida de potencia a pesar de la presencia de un cortocircuito en uno de los medios de conmutación.

10 En este caso, la otra célula, que aquí es la primera célula 12, continúa funcionando normalmente, es decir que los dos medios de conmutación de un mismo brazo están en estados opuestos uno del otro, uno bloqueante mientras que el otro es pasante.

La figura 3 representa el ondulator de la figura 1 en caso de circuito abierto en uno de los medios de conmutación, que en este caso es el medio de conmutación Q10.

15 En este caso, los medios de conmutación que pertenecen a la misma célula 13 que el medio de conmutación Q10 en circuito abierto y que son conexos con el medio de conmutación Q10 en circuito abierto, es decir Q11 y Q12, están en un estado pasante.

Los medios de conmutación que pertenecen a la misma célula 13 que el medio de conmutación Q10 en circuito abierto y que son opuestos al medio de conmutación Q10 en circuito abierto, es decir Q7, Q8, Q9 están en un estado bloqueante.

20 Los medios de aislamiento Q15 y Q16 que unen la célula 13 a la cual pertenece el medio de conmutación en circuito abierto a la fuente de tensión 11 están a su vez en un estado bloqueante de modo que la célula 13 queda desconectada de la fuente de tensión.

Así, como en el caso de la figura 2, la célula a la cual pertenece el medio de conmutación Q10 en fallo es transformada en punto neutro utilizando el medio de conmutación en fallo.

25 La otra célula 12 continúa funcionando normalmente.

La figura 4 representa el ondulator de la figura 1 en caso de circuito abierto en una de las fases, que en este ejemplo es la fase 2. De modo más preciso, la conexión entre el borne 5 de la fase 2 de la carga 1 y el punto medio 20 del brazo 14 de la primera célula está en circuito abierto.

En este caso, todos los medios de conmutación eléctricos Q13, Q14, Q15, Q16 permanecen en un estado pasante.

30 Los medios de conmutación Q1, Q4, Q9, Q12 que están conectados a la fase 2 en circuito abierto están a su vez en un estado bloqueante de manera que desconectan la fase 2 en fallo del resto del circuito.

El ondulator en fallo continúa entonces funcionando con las otras dos fases 3 y 4 que no están en fallo. Así, estas dos fases son gobernadas por los medios de conmutación Q2, Q3, Q5, Q6, Q7, Q8, Q10, Q11.

35 La figura 5 representa un ondulator de acuerdo con otro modo de realización de la invención. El ondulator de la figura 5 es idéntico al de la figura 1, pero comprende además seis elementos de conmutación Q17 a Q22.

Los tres primeros elementos de conmutación Q17 a Q19 unen los tres puntos medios 20, 21, 22 de la primera célula 12 a un primer punto neutro 30. Los tres elementos de conmutación Q20 a Q22 unen los tres puntos medios 23, 24, 25 de la segunda célula a un punto neutro 31.

Cada elemento de conmutación está constituido preferentemente por un interruptor.

40 En funcionamiento normal del ondulator, los elementos de conmutación Q19 a Q22 están en un estado bloqueante.

45 En caso de cortocircuito en uno de los medios de conmutación, por ejemplo Q10, el elemento de conmutación Q22 al cual está conectado el punto medio 25 del brazo al cual pertenece Q10 es puesto en un estado pasante de modo que el brazo al cual pertenece Q1a sea puesto en un estado de cortocircuito perfecto. De este modo, incluso si el cortocircuito de Q10 no fuera perfecto, la célula 13 a la cual pertenece Q1a será transformada en punto neutro perfecto.

Los otros elementos de conmutación Q20 y Q21 que conectan los puntos neutros de la célula 13 al cual pertenece el medio de conmutación Q10 en cortocircuito pueden igualmente ser puestos en un estado pasante en el momento en que uno de los medios de conmutación de la célula 13 esté en cortocircuito.

En caso de fallo de circuito abierto, los elementos de conmutación permanecen en estado bloqueante.

En caso de fallo de cortocircuito en una de las fases de la carga, por ejemplo en la fase 2, los elementos de conmutación Q17 y Q20 que están conectados a esta fase pueden ser puestos en estado pasante.

Naturalmente, la invención no está limitada a los modos de realización descritos en referencia a las figuras y pueden ser consideradas variantes sin salirse del marco de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Ondulador de tensión que comprende:
 - Una carga (1) que comprende n fases (2, 3, 4), presentando cada fase (2, 3, 4) un primer borne (5, 6, 7) y un segundo borne (8, 9, 10);
- 5 - Una primera (12) y una segunda células (13) que comprenden cada una n brazos (14, 15, 16, 17, 18, 19), comprendiendo cada brazo:
 - o dos medios de conmutación (Q1/Q4, Q2/Q5, Q3/Q6, Q7/Q10, Q8/Q11, Q9/Q12) conectados en serie, pudiendo estar colocado cada medio de conmutación en un estado pasante o en un estado bloqueante,
 - o un punto medio (20, 21, 22, 23, 24, 25) situado entre los dos medios de conmutación,
- 10 estando conectado cada primer borne (5, 6, 7) de cada una de las fases (2, 3, 4) de la carga a uno de los puntos medios (20, 21, 22) de la primera célula (12), estando conectado cada segundo borne (8, 9, 10) de cada una de las fases (2, 3, 4) de la carga a uno de los puntos medios (23, 24, 25) de la segunda célula (13),
 - una fuente de tensión (11),
- 15 caracterizado por que la primera célula está conectada al borne positivo de la fuente de tensión por intermedio de un primer medio de aislamiento eléctrico y al borne negativo de la fuente de tensión por intermedio de un segundo medio de aislamiento eléctrico, y por que la segunda célula está conectada al borne positivo de la fuente de tensión por intermedio de un tercer medio de aislamiento eléctrico y al borne negativo por intermedio de un cuarto medio de aislamiento eléctrico, pudiendo estar colocado cada medio de aislamiento eléctrico en un estado pasante o en un estado bloqueante.
- 20 2. Ondulador de tensión de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que cada medio de conmutación (Q1/Q4, Q2/Q5, Q3/Q6, Q7/Q10, Q8/Q11, Q9/Q12) está constituido por un interruptor estático (T) y un diodo (D) en antiparalelo.
3. Ondulador de tensión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que comprende además un dispositivo de mando y de vigilancia de los fallos, apto para:
 - 25 - mandar los medios de conmutación y los medios de aislamiento eléctrico,
 - detectar el fallo de uno de los medios de conmutación, y
 - detectar el fallo de la conexión entre uno de los bornes de una de las fases y uno de los puntos medios.
4. Ondulador de tensión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que cada punto medio (20, 21, 22, 23, 24, 25) está conectado a un punto neutro (30, 31) por intermedio de un elemento de conmutación (Q17, Q18, Q19, Q20, Q21, Q22), pudiendo estar colocado el elemento de conmutación en un estado bloqueante o en un estado pasante.
- 30 5. Procedimiento de mando de un ondulator de tensión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que, cuando no es detectado ningún fallo, el procedimiento de mando comprende las etapas siguientes:
 - 35 - Puesta en un estado bloqueante de los medios de aislamiento eléctrico (Q13, Q14) conectados a la primera célula (12),
 - Mando de los medios de conmutación (Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6) de la primera célula (12) de modo que la primera célula (12) forma un punto neutro al cual quedan conectadas las n fases (2, 3, 4) de la carga (1),
 - 40 - Puesta en un estado pasante de los medios de aislamiento eléctrico (Q15, Q16) conectados a la segunda célula (13);
 - Mando de los medios de conmutación (Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q12) de la segunda célula (13) de modo que los dos medios de conmutación de un mismo brazo (Q7/Q10, Q8/Q11, Q9/Q12) de la segunda célula (13) estén en estados opuestos, uno en estado pasante y el otro en estado bloqueante.
- 45 6. Procedimiento de mando de un ondulator de tensión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que, cuando no es detectado ningún fallo, el procedimiento de mando comprende las etapas siguientes:
 - Puesta en un estado pasante de los cuatro medios de aislamiento eléctricos (Q13, Q14, Q15, Q16);

- Mando de los medios de conmutación (Q1 a Q12) de modo que cada fase (2, 3, 4) forme con los dos brazos a los cuales está conectada un puente en H.
- 5 7. Procedimiento de mando de un ondulator de tensión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que, cuando es detectado un fallo en uno de los medios de conmutación (Q10), el procedimiento de mando comprende las etapas siguientes:
- Puesta en estado bloqueante de los medios de aislamiento eléctrico (Q15, Q16) que están conectados a la célula (13) a la cual pertenece el medio de conmutación (Q10) en fallo;
 - Mando de los otros medios de conmutación (Q7, Q8, Q9, Q11, Q12) de la célula (13) a la cual pertenece el medio de conmutación en fallo (Q10) de modo que la célula (13) a la cual pertenece el medio de conmutación en fallo (Q10) forma un punto neutro al cual quedan conectadas las n fases (2, 3, 4) de la carga (1).
- 10
8. Procedimiento de mando de un ondulator de tensión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que, cuando es detectado un fallo en la conexión entre uno de los bornes de una de las fases (2) y uno de los puntos medios (20), el procedimiento de mando comprende las etapas siguientes:
- Puesta en un estado bloqueante de los medios de conmutación (Q1, Q4, Q9, Q12) que están conectados a la fase (2) que pertenece a la conexión en fallo.
- 15
9. Procedimiento de mando de un ondulator de tensión de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que, cuando es detectado un fallo de cortocircuito en uno de los medios de conmutación (Q10), el elemento de conmutación (Q22) al cual está conectado el medio de conmutación en cortocircuito (Q10) es puesto en estado pasante.
- 20 10. Procedimiento de mando de un ondulator de tensión de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que, cuando no es detectado ningún fallo de cortocircuito en los medios de conmutación, todos los elementos de conmutación (Q17, Q18, Q19, Q20, Q21, Q22) están colocado en estado bloqueante.

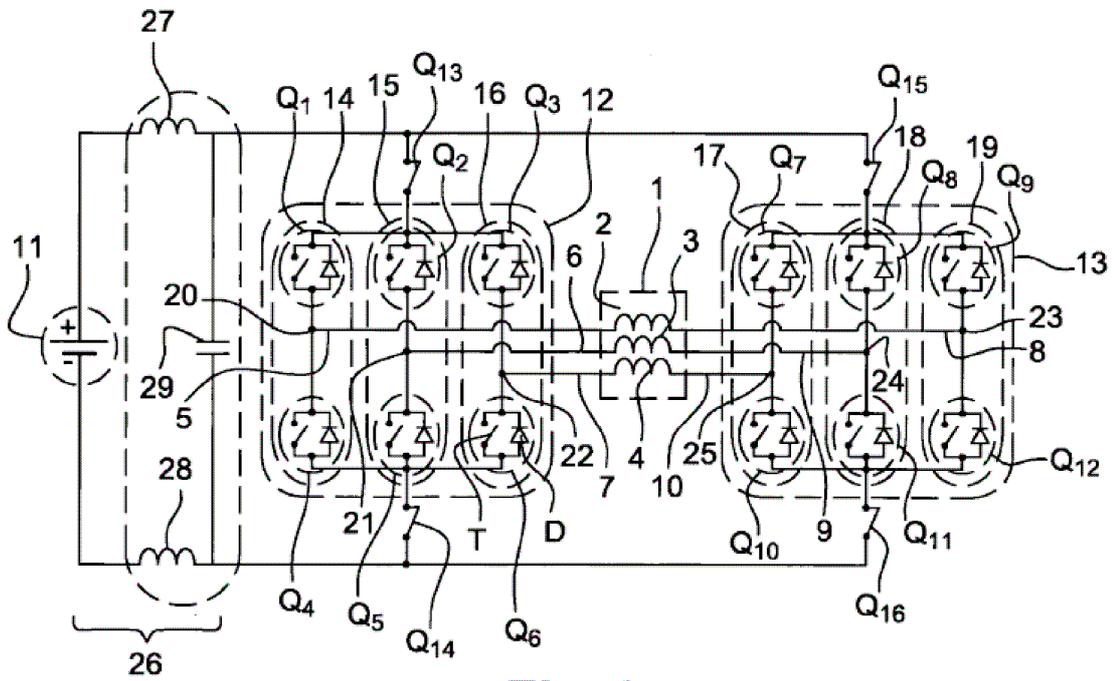


Fig. 1

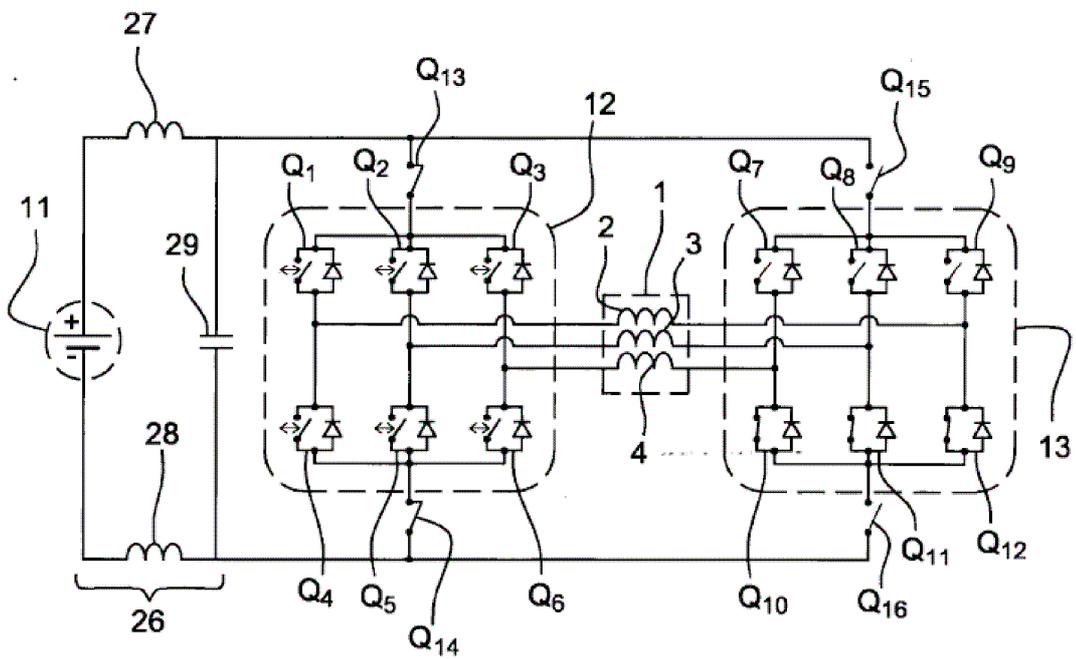


Fig. 2

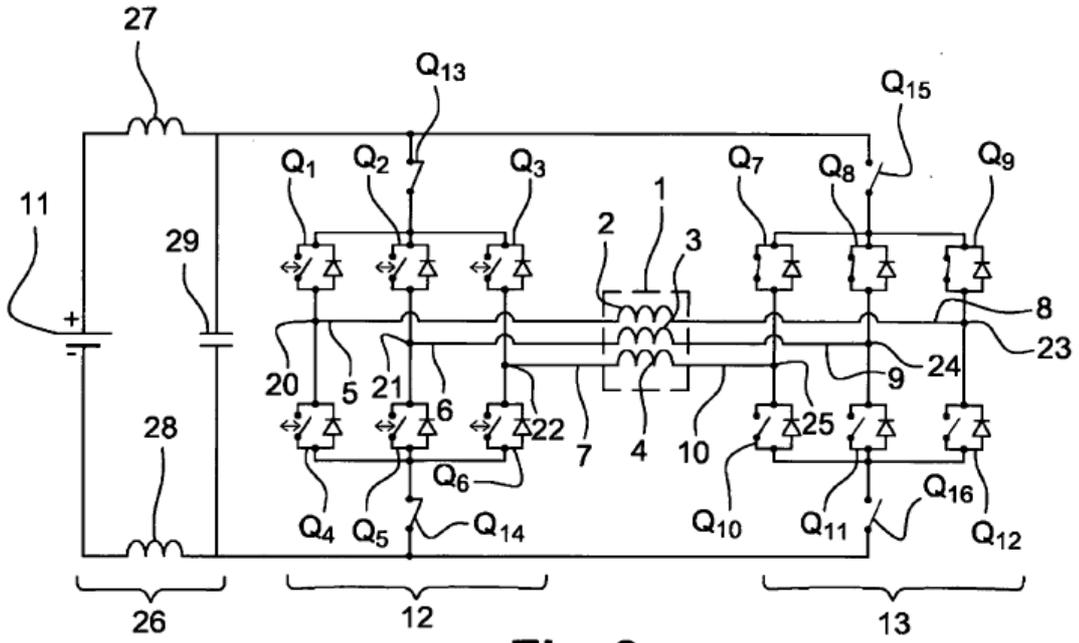


Fig. 3

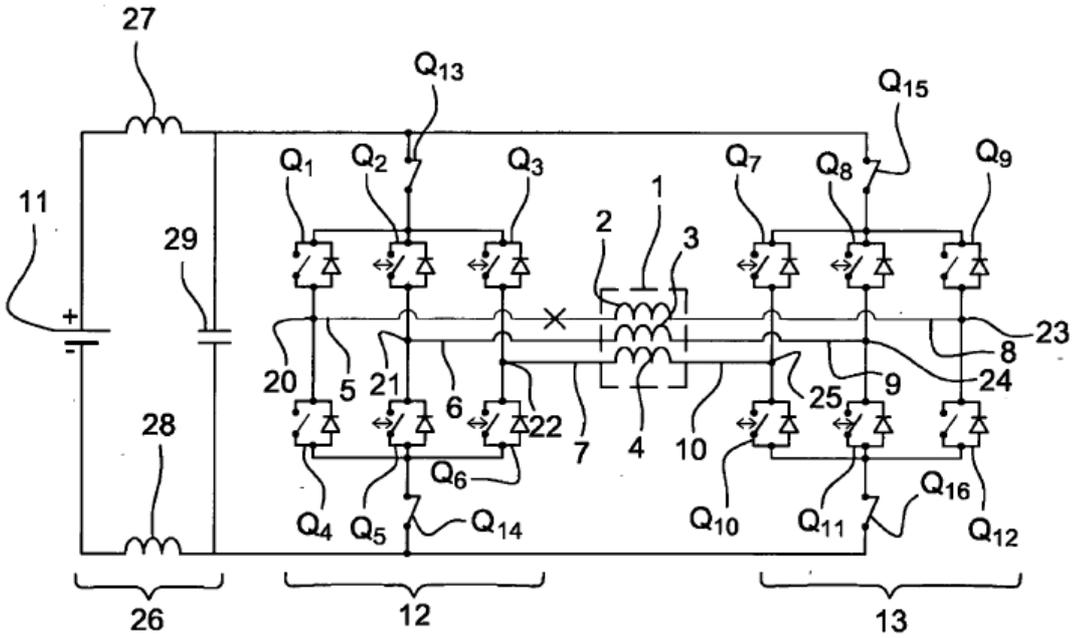


Fig. 4

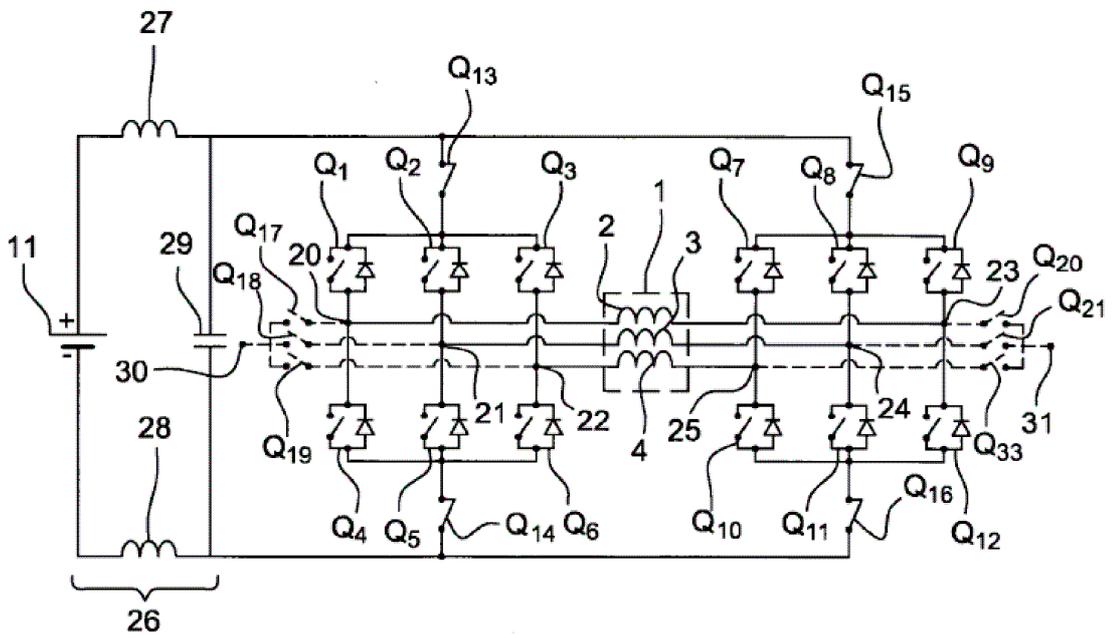


Fig. 5

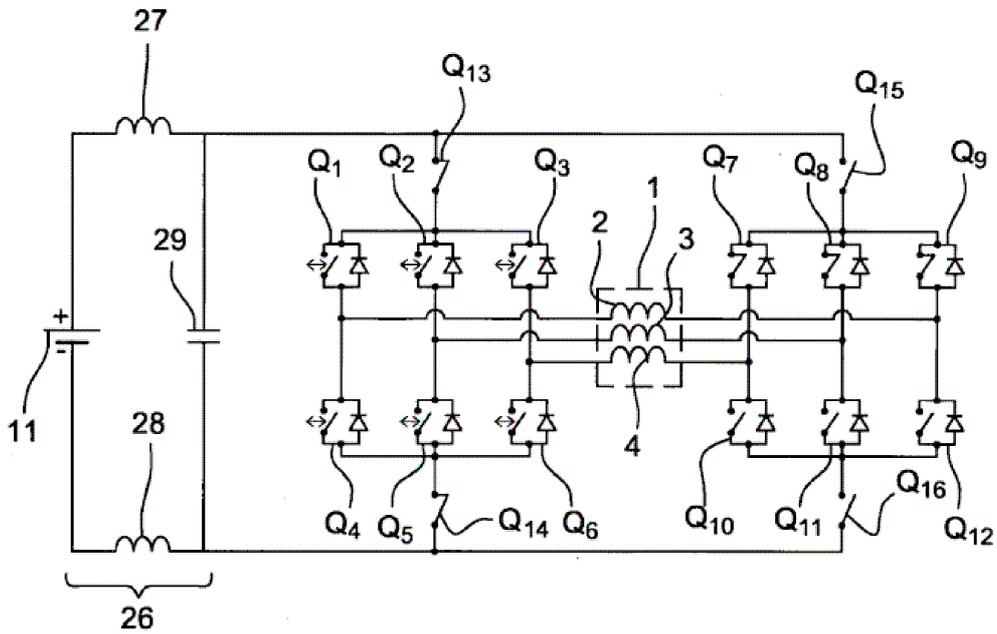


Fig. 6

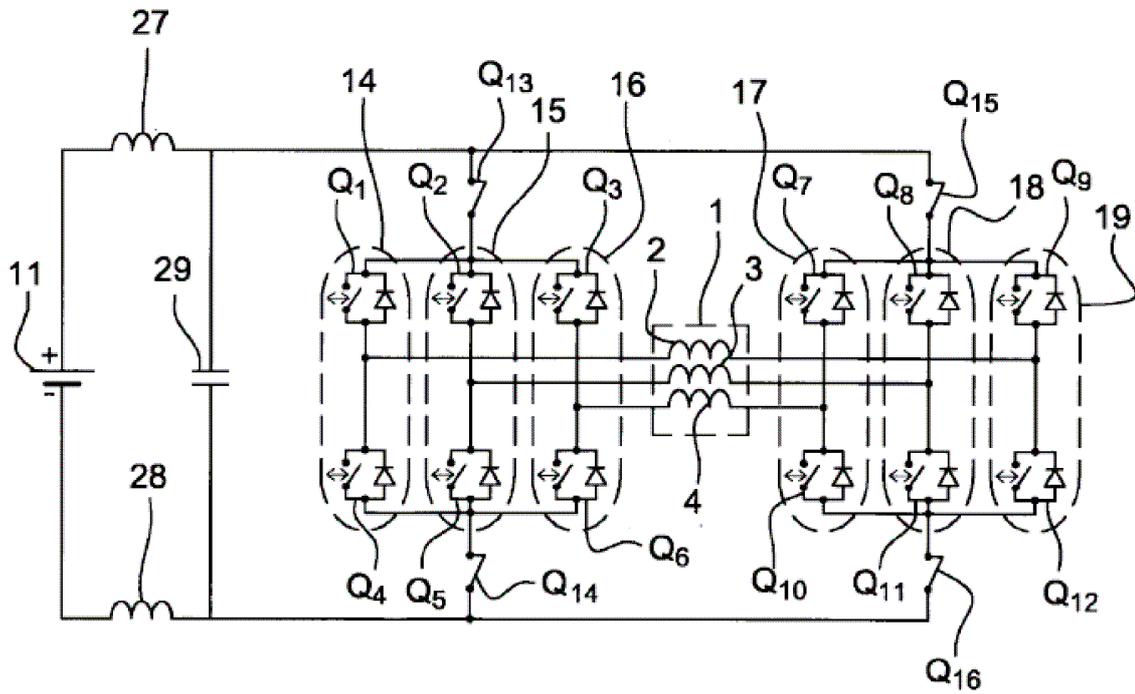


Fig. 7