

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 851**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38 (2006.01)

H02M 7/487 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2013** **E 13166951 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019** **EP 2802054**

54 Título: **Disposición de conmutación para inversor, e inversor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.11.2019

73 Titular/es:

ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH

72 Inventor/es:

JUSSILA, MATTI T.;
ALAHUHTALA, JARNO JUHANI y
KOIVULA, VILLE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 730 851 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

Disposición de conmutación para inversor, e inversor

Campo de la invención

5 La invención se refiere a una disposición de conmutación para un inversor, a un inversor, y a un procedimiento para controlar un inversor.

Antecedentes de la invención

10 Algunos convertidores, como los inversores o rectificadores, pueden incluir tres polos de CC. Además de los polos de CC positivo y negativo, incluyen un polo de CC neutro. Por ejemplo, los convertidores de tres niveles incluyen tres polos de CC. Ejemplos de convertidores de tres niveles se ofrecen en el documento "El Convertidor NPC Activo y su Control de Pérdida de Equilibrio", de T. Brückner, S. Bernet y H. Güldner, Transacciones sobre Electrónica Industrial del IEEE, Vol. 52, No. 3, Junio de 2005. En particular, se ofrecen ejemplos de convertidores anclados en el punto neutro (NPC).

15 El documento EP 2107672 es otra técnica anterior relevante respecto de la presente invención y divulga en la Fig. 1 un inversor de tres niveles para un generador de energía solar en el que el punto medio del inversor está permanentemente conectado al punto neutro virtual previamente definido.

La Figura 1 muestra un ejemplo de un circuito principal de un inversor de tres niveles. El inversor puede ser alimentado por uno o más paneles 10 fotovoltaicos conectados entre sus polos de corriente continua positivo y negativo $U_{DC, P}$, $U_{DC, N}$, como se ilustra en el ejemplo. El inversor alimenta además un sistema de energía trifásico conectado a sus polos de corriente alterna CA_1, CA_2, CA_3 .

20 Un posible problema relacionado con el uso de inversores de tres niveles es que, en funcionamiento normal, se forma una tensión de alta frecuencia entre el circuito de CC y tierra, esto es, una tensión en modo común u_{cm} incluye un componente de alta frecuencia. Este componente de alta frecuencia puede someter a esfuerzo, por ejemplo en el caso de aplicaciones fotovoltaicas, aislamientos de paneles fotovoltaicos y puede además provocar corrientes de alta frecuencia en las inmediaciones de las estructuras de soporte de los paneles fotovoltaicos. La siguiente ecuación se aplica al sistema de la Figura 1:

$$U_{DC} > U_g \sqrt{6} + U_{margin} \tag{1}$$

en la que

U_g = tensión de fase del sistema de energía trifásica alimentado por el inversor

U_{margin} = valor de tensión dependiente del control del sistema y de los valores componentes

30 La formación de la tensión en modo común u_{cm} se puede impedir mediante la puesta a tierra del polo de corriente continua neutro M del circuito de CC inversor como se ilustra en la Figura 1. Esta solución elimina la tensión en modo común u_{cm} completamente y, así mismo, las tensiones de los polos de corriente continua positivo y negativo $U_{DC, P}$, $U_{DC, N}$, con respecto a tierra son tensiones de CC puras; en este caso U_{PM} y U_{MN} respectivamente. Un posible problema relacionado con esta solución es que la tensión U_{DC} del circuito de CC debe ser considerablemente superior. La siguiente ecuación se aplica al sistema de la Figura 2:

$$U_{DC} > U_g \sqrt{8} + U_{margin} \tag{2}$$

40 Dado que típicamente solo los componentes de alta frecuencia de la tensión en modo común u_{cm} provocan problemas, puede ser suficiente suprimir solo estos componentes. Esto se puede llevar a cabo conectando el polo de corriente continua neutro M del circuito de CC inversor hasta un punto neutro virtual del sistema de energía alimentado por el inversor. El punto neutro virtual de un sistema de alimentación trifásica generalmente se refiere a un punto en estrella de tres impedancias conectadas en estrella en el sistema de energía trifásico. Un ejemplo de dicho punto neutro virtual es el punto en estrella de unos condensadores conectados en estrella de un filtro de salida de ca del inversor, como se muestra en la Figura 3. Este procedimiento también se denomina puesta a tierra virtual. La puesta a tierra virtual hace posible el funcionamiento con una tensión más baja U_{DC} del circuito de CC que respecto del supuesto de un sistema puesto a tierra (como en la Figura 2). Sin embargo un problema posible de esta solución, en comparación con el sistema de la Figura 1 es que, por ejemplo, el sometimiento a esfuerzo de la corriente de los conmutadores semiconductores es mayor y el funcionamiento requiere una tensión más elevada U_{DC} del circuito de CC. La ecuación siguiente se aplica al sistema de la Figura 3:

$$U_{DC} > U_g \sqrt{6} + U_{margin} + U_{add} \tag{3}$$

50 en la que

U_{add} = tensión adicional dependiente del control del sistema y de los procedimientos de modulación y de los valores componentes.

5 En la práctica, la U_{add} puede ser de aproximadamente de 20 a 50 V, que es de un 5 a un 12% si una variación deseable de la tensión de un seguimiento del punto de energía máxima del inversor es de 400 V. Este es de un 5 a un 12% del intervalo de la tensión de CC puede resultar ser una cantidad considerable cuando son evaluados entornos operativos posibles del sistema.

Breve descripción de la invención

10 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento y un aparato para resolver o al menos mitigar los problemas anteriores. El objetivo de la invención se consigue mediante una disposición de conmutación, un inversor, un procedimiento y un producto de programa informático que se caracterizan por lo que se consideran reivindicaciones independientes. Formas de realización preferentes de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

15 La invención se basa en la idea de proporcionar un conmutador controlable conectado entre el polo de corriente continua neutro del inversor y el punto neutro virtual de la red de corriente alterna suministrada por el inversor. Como alternativa o además de ello, la invención se basa en la idea de proporcionar un conmutador controlable conectado entre el polo de corriente continua neutro del inversor y el potencial a tierra de una red de corriente alterna suministrada por el inversor.

20 La solución de la invención proporciona la ventaja de que el polo de corriente continua neutro del inversor puede ser conectado a o desconectado del punto neutro virtual de la red de corriente alterna suministrada por el inversor y / o por el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor, dependiendo de lo que se trate como modo de operación más óptimo en el punto operativo y en la aplicación. La invención posibilita la potenciación al máximo de la producción de energía y, en general, la optimización de la eficiencia de las aplicaciones de inversor.

Breve descripción de las figuras

25 A continuación se analizará la invención con mayor detalle en conexión con formas de realización preferentes y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra un diagrama de circuito de un inversor trifásico de tres niveles útil para la comprensión de la presente invención.

La Figura 2 muestra un diagrama de circuito de un inversor trifásico de tres niveles útil para la comprensión de la presente invención.

30 La Figura 3 muestra un diagrama de circuito de un inversor trifásico de tres niveles útil para la comprensión de la presente invención;

la Figura 4 muestra un diagrama de circuito de un inversor trifásico de tres niveles de acuerdo con una forma de realización;

35 la Figura 5 muestra un diagrama de circuito de un inversor trifásico de tres niveles de acuerdo con una forma de realización; y

la Figura 6 muestra un diagrama de circuito de un inversor trifásico de tres niveles de acuerdo con una forma de realización;

Descripción detallada de la invención

40 La aplicación de la invención no está restringida a cualquier sistema específico, sino que puede aplicarse a diversos sistemas eléctricos. Así mismo, el uso de la invención no está restringido a cualquier sistema que utilice una frecuencia básica específica o a cualquier nivel de tensión específico. Aunque los ejemplos subsecuentes se refieren a inversores trifásicos de tres niveles, la invención se puede aplicar a cualquier inversor, por ejemplo a un inversor de dos niveles, que incluya tres polos de CC, a saber un polo de corriente continua positivo, un polo de corriente continua negativo, y un polo de corriente continua neutro. Así mismo, la invención puede ser también aplicada a inversores bifásicos o a inversores que incluyan más de tres fases, por ejemplo.

45 La Figura 4 muestra un diagrama de circuito de un inversor trifásico de tres niveles de acuerdo con una forma de realización. Debe destacarse que la figura únicamente presenta los elementos esenciales para la comprensión de la invención. Los inversores trifásicos de tres niveles comprenden un polo de corriente continua positivo $U_{DC, P}$, un polo de corriente continua negativo $U_{DC, N}$, un polo de corriente continua neutro, M, y tres ramas de conmutación, comprendiendo cada rama de conmutación cuatro conmutadores semiconductores controlables conectados en serie entre el polo de corriente continua positivo y el polo de corriente continua negativo. Más concretamente, cada rama de conmutación del inversor trifásico de tres niveles comprende un polo de corriente alterna CA_1, CA_2, CA_3 y un primer conmutador S_1, S_5, S_9 semiconductor controlable y un segundo conmutador S_2, S_6, S_{10} semiconductor controlable

5 conectado en serie entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC, P}$ y el polo de corriente alterna CA_1, CA_2, CA_3 de la
rama de conmutación, en el que el primer conmutador S_1, S_5, S_9 semiconductor controlable está conectado al polo de
corriente continua positivo $U_{DC, P}$. Un primer diodo D_1, D_5, D_9 puede estar conectado en paralelo con el primer
conmutador S_1, S_5, S_9 semiconductor controlable y un segundo diodo D_2, D_6, D_{10} puede estar conectado en paralelo
10 con el segundo conmutador S_2, S_6, S_{10} semiconductor controlable. Así mismo, cada rama de conmutación comprende
un tercer conmutador S_3, S_7, S_{11} semiconductor controlable y un cuarto conmutador S_4, S_8, S_{12} semiconductor
controlable conectado en serie entre el polo de corriente continua negativo $U_{DC, N}$ y un polo de corriente alterna $CA_1,$
 CA_2, CA_3 de la rama de conmutación, en el que el cuarto conmutador S_4, S_8, S_{12} semiconductor controlable está
conectado al polo de corriente continua negativo $U_{DC, N}$. Un tercer diodo D_3, D_7, D_{11} puede estar conectado en paralelo
15 con el tercer conmutador S_3, S_7, S_{11} semiconductor controlable y un cuarto diodo D_4, D_8, D_{12} puede estar conectado en
paralelo con el cuarto conmutador S_4, S_8, S_{12} semiconductor controlable. Así mismo, cada rama de conmutación
comprende un quinto diodo D_{13}, D_{15}, D_{17} conectado entre el polo de corriente continua neutro M y un punto de conexión
entre el primer conmutador S_1, S_5, S_9 semiconductor controlable y el segundo conmutador S_2, S_6, S_{10} semiconductor
controlable y un sexto diodo D_{14}, D_{16}, D_{18} conectado entre el polo de corriente continua neutro M y un punto de conexión
entre el tercer conmutador S_3, S_7, S_{11} semiconductor controlable y el cuarto conmutador S_4, S_8, S_{12} semiconductor
controlable. Los conmutadores semiconductores controlables pueden ser IGBT (Transistores Bipolares de Puerta
Aislada) o FET (Transistores con Efecto de Campo) o cualquier correspondiente conmutador semiconductor
controlable. En aras de la claridad, la Figura 4 no muestra ninguna conexión de control por medio de la cual sean
20 controlados los conmutadores semiconductores controlables. El control de los conmutadores S_1 a S_{12}
semiconductores controlables pueden implicar uno o más componentes de control (no mostrados). Aunque el inversor
del ejemplo de la Figura 4 es un inversor anclado de punto neutro, el inversor podría ser un inversor anclado de punto
neutro activo, por ejemplo, otro tipo de inversor de tres niveles.

La Figura 4 muestra también un ejemplo de un circuito intermedio de CC del inversor ejemplar, circuito intermedio de
CC que puede comprender unos condensadores $C_{DC, P}$ y $C_{DC, N}$, según se ilustra. La estructura del circuito intermedio
25 podría también ser diferente, dependiendo de la configuración del circuito utilizada. El inversor ejemplar de la Figura
4 puede ser alimentado por uno o más paneles 10 fotovoltaicos conectados entre los polos de corriente continua
positivo y negativo, $U_{DC, P}$ y $U_{DC, N}$ como se ilustra en el ejemplo. El inversor puede también ser alimentado a partir de
otro tipo de fuente. El inversor ejemplar de la Figura 4 puede alimentar una red de corriente alterna trifásica a través
de sus polos de corriente alterna CA_1, CA_2, CA_3 . Puede haber un filtro de salida conectado a los polos de corriente
30 alterna CA_1, CA_2, CA_3 del inversor. El filtro de salida puede ser un LC o un tipo de filtro LCL, por ejemplo. La Figura 4
ilustra un filtro de salida tipo LC y tres inductancias L_{c1}, L_{c2}, L_{c3} y tres capacitancias C_1, C_2, C_3 conectadas en estrella.
El resto de la red de corriente alterna trifásica se muestra en la Figura 4 de manera simplificada, con tres inductancias
 L_{g1}, L_{g2}, L_{g3} y tres tensiones trifásicas U_{g1}, U_{g2}, U_{g3} .

De acuerdo con una forma de realización, como se muestra en la Figura 4, hay un conmutador S_X controlable
35 conectado entre el polo de corriente continua neutro M del inversor y un punto neutro virtual de una red de corriente
alterna suministrada por el inversor. Un ejemplo de dicho punto neutro virtual en un sistema trifásico es el punto en
estrella de los condensadores conectados en estrella del filtro de salida de CA del inversor, como se muestra en el
ejemplo de la Figura 4. Sin embargo, el punto neutro virtual de la red de corriente alterna trifásica suministrada por el
inversor se refiere en general a cualquier punto en estrella de las tres impedancias conectadas en estrella, por ejemplo
40 condensadores o resistores o una combinación de estos, en la red de corriente alterna trifásica suministrada por el
inversor. En un sistema bifásico, por ejemplo un punto neutro virtual puede ser un punto de conexión de dos
impedancias, por ejemplo condensadores o resistores o una combinación de estos, conectados en serie entre las
fases. El conmutador S_X controlable puede ser parte del inversor o parte de una disposición de conmutación separada,
por ejemplo. El conmutador S_X controlable puede ser un conmutador electromecánico, como por ejemplo un relé o un
45 contactor, o un conmutador semiconductor, por ejemplo. El conmutador S_X controlable puede también ser un
conmutador mecánico manualmente controlable.

De acuerdo con una forma de realización, el conmutador S_X es controlado de acuerdo con uno o más parámetros
predeterminados. Esto puede llevarse a cabo manualmente por un operador del sistema inversor. Dicho control manual
del conmutador S_X puede tener lugar en cualquier momento. El conmutador S_X puede ser fijado al comienzo del
50 sistema inversor o posteriormente de acuerdo con uno o más parámetros predeterminados, como por ejemplo unas
condiciones del sistema, y el ajuste puede ser modificado en caso necesario. El control del conmutador S_X puede
también llevarse a cabo automáticamente. Para ello, puede disponerse una disposición 20 de control que esté
configurada para controlar el conmutador S_X de acuerdo con uno o más parámetros predeterminados. Así mismo, la
disposición 20 de control o una entidad correspondiente puede ser parte del inversor o parte de una disposición de
55 conmutación separada, por ejemplo. De acuerdo con una forma de realización, los uno o más parámetros
predeterminados pueden comprender uno o más parámetros de tensión y / o uno o más parámetros de impedancia.
La disposición 20 de control o una entidad correspondiente puede comprender o puede estar conectada a una
disposición de medición apropiada (no mostrada) que pueda asegurar los valores de tensión y / o impedancia
posiblemente requeridos en las diversas formas de realización. Ejemplos de dichos valores de tensión e impedancia
60 incluyen una tensión U_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC, P}$ y el polo de corriente continua negativo
 $U_{DC, N}$ y una impedancia Z_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC, P}$ o el polo de corriente continua negativo
 $U_{DC, N}$ y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor.

De acuerdo con una forma de realización, el conmutador S_X controlable es controlado para que sea no conductor (estado DESACTIVADO) cuando la tensión U_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC, P}$ y el polo de corriente continua negativo $U_{DC, N}$ sea inferior a un umbral predeterminado, y el conmutador S_X controlable sea controlado para que sea conductor (estado ACTIVADO) cuando la tensión U_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC, P}$ y el polo de corriente continua negativo $U_{DC, N}$ sea superior al umbral predeterminado. El valor de la tensión U_{DC} utilizado en el control puede ser un valor de referencia de la tensión U_{DC} o un valor medido de la tensión U_{DC} . De acuerdo con una forma de realización, el umbral de tensión predeterminado puede ser:

$$U_g \sqrt{6} + U_{margin} + U_{add}$$

en la que

10 U_g = tensión de fase de la red de corriente alterna suministrada por el inversor

U_{margin} = valor de tensión dependiendo del control del sistema y de los valores componentes

U_{add} = tensión adicional dependiente del control del sistema y de los procedimientos de modulación y de los valores componentes

15 De acuerdo con una forma de realización, el conmutador S_X controlable es controlado para que no sea conductor cuando la impedancia Z_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC, P}$ o el polo de corriente continua negativo $U_{DC, N}$ y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea superior a un umbral predeterminado, y el conmutador S_X controlable es controlado para que sea conductor cuando la impedancia Z_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC, P}$ o el polo de corriente continua negativo $U_{DC, N}$ y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea inferior al umbral predeterminado. De acuerdo con una forma
20 de realización, el umbral de impedancia predeterminado puede corresponder a un valor para la impedancia Z_{DC} que sea lo suficientemente elevado para que una corriente de fuga de alta frecuencia no fluya hasta un grado perjudicial.

También es preferente combinar los controles a base de la tensión y a base de la impedancia descritos anteriormente y utilizarlos simultáneamente. En este caso puede otorgarse prioridad a la condición de impedancia.

25 De acuerdo con una forma de realización, como se muestra en la Figura 5, hay un conmutador S_Y controlable conectado entre el polo de corriente continua neutro M del inversor y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor. El conmutador S_Y controlable puede ser parte del inversor o parte de una disposición de conmutación separada, por ejemplo. El conmutador S_Y controlable puede ser un conmutador electromecánico, como por ejemplo un relé o un contactor, o un conmutador semiconductor, por ejemplo. El conmutador S_Y controlable puede también ser un conmutador mecánico manualmente controlable.

30 De acuerdo con una forma de realización, el conmutador S_Y controlable es controlado de acuerdo con uno o más parámetros predeterminados. Esto puede llevarse a cabo manualmente por un operador del sistema inversor. Dicho control manual del conmutador S_Y puede tener lugar en cualquier momento. El conmutador S_Y puede ser fijado al comienzo del sistema inversor o posteriormente de acuerdo con uno o más parámetros predeterminados, como por ejemplo unas condiciones del sistema, y el ajuste puede ser modificado en caso necesario. El control del conmutador
35 S_Y puede también llevarse a cabo automáticamente. Para ello, puede disponerse una disposición 20 de control que esté configurada para controlar el conmutador S_X de acuerdo con uno o más parámetros predeterminados. Así mismo, la disposición 20 de control o una entidad correspondiente puede ser parte del inversor o parte de una disposición de conmutación separada, por ejemplo. De acuerdo con una forma de realización, los uno o más parámetros predeterminados pueden comprender uno o más parámetros de tensión y / o uno o más parámetros de impedancia.

40 De acuerdo con una forma de realización, el conmutador S_Y controlable es controlado para que sea no conductor (estado DESACTIVADO) cuando la tensión U_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC, P}$ y el polo de corriente continua negativo $U_{DC, N}$ es inferior al umbral predeterminado, y el conmutador S_Y controlable es controlado para que sea conductor (estado ACTIVADO) cuando la tensión U_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC, P}$ y el polo de corriente continua negativo $U_{DC, N}$ es superior al umbral predeterminado. El valor de la tensión de U_{DC} es utilizado
45 en el control para ser un valor de referencia de la tensión U_{DC} o un valor medido de la tensión U_{DC} . De acuerdo con una forma de realización, el umbral de tensión predeterminado puede ser:

$$U_g \sqrt{8} + U_{margin}$$

50 De acuerdo con una forma de realización, el conmutador S_Y controlable es controlado para que sea no conductor cuando la impedancia Z_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC, P}$ o el polo de corriente continua negativo $U_{DC, N}$ y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea mayor que un umbral predeterminado, y el conmutador S_Y controlable es controlado para ser conductor cuando la impedancia Z_{DC} entre los polos de corriente continua positivo $U_{DC, P}$ o negativo $U_{DC, N}$ y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea inferior a un umbral predeterminado. De acuerdo con una forma de realización, el

umbral de impedancia predeterminado puede corresponder a un valor para la impedancia Z_{DC} que sea lo suficientemente elevada para que una corriente de fuga de alta frecuencia no fluya hasta un grado perjudicial.

También es preferente combinar los controles a base de la tensión y a base de la impedancia descritos anteriormente y utilizarlos simultáneamente. En este caso puede otorgarse prioridad a la condición de impedancia.

5 De acuerdo con una forma de realización, como se muestra en la Figura 6, hay un primer conmutador S_X controlable conectado entre el polo de corriente continua neutro M del inversor y un punto virtual de una red de corriente alterna suministrada por el inversor y un segundo conmutador S_Y controlable conectado entre el polo de corriente continua neutro M del inversor y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor. Así mismo, de acuerdo con una forma de realización, el primer conmutador S_X y el segundo conmutador S_Y son controlados de
10 acuerdo con uno o más parámetros predeterminados. Este puede ser implementado con una disposición 20 de control que esté configurada para controlar los conmutadores de acuerdo con los uno o más parámetros predeterminados. De acuerdo con una forma de realización, los uno o más parámetros predeterminados pueden comprender uno o más parámetros de tensión y / o uno o más parámetros de impedancia.

15 De acuerdo con una forma de realización, el primer conmutador S_X controlable es controlado para que no sea conductor cuando la tensión U_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC,P}$ y el polo de corriente continua negativo $U_{DC,N}$ sea inferior a un primer umbral predeterminado o superior a un segundo umbral predeterminado, y el primer conmutador S_X controlable es controlado para que sea conductor cuando la tensión U_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC,P}$ y el polo de corriente continua negativo $U_{DC,N}$ sea mayor que el primer umbral predeterminado e inferior al segundo umbral predeterminado. Además el segundo conmutador S_Y controlable es
20 controlado para que no sea conductor cuando la tensión U_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC,P}$ y el polo de corriente continua negativo $U_{DC,N}$ sea inferior al segundo umbral predeterminado, y el segundo conmutador S_Y controlable es controlado para que sea conductor cuando la tensión U_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC,P}$ y el polo de corriente continua negativo $U_{DC,N}$ sea mayor que el segundo umbral predeterminado. El valor de la tensión U_{DC} utilizado en el control puede ser un valor de referencia de la tensión U_{DC} o un valor medido de la tensión
25 U_{DC} .

De acuerdo con una forma de realización, el primer umbral de tensión predeterminado puede ser:

$$U_{limit,1} = U_g \sqrt{6} + U_{margin} + U_{add}$$

30 y el segundo umbral de tensión predeterminado puede ser:

$$U_{limit,2} = U_g \sqrt{8} + U_{margin}$$

Como ya se ha indicado anteriormente en relación con otras formas de realización, los valores de U_{margin} y U_{add} dependen de las propiedades del sistema. De acuerdo con una forma de realización, $U_{add} \approx (U_{limit,2} - U_{limit,1}) / 2$. La Tabla 1 muestra las condiciones de control de acuerdo con una forma de realización:

Estado	S_X	S_Y	Condición Básica
$\underline{S_X S_Y}$	Desactivado	Desactivado	$U_{DC} < U_{limit,1}$
$S_X S_Y$	Activado	Desactivado o	$U_{limit,1} \leq U_{DC} < U_{limit,2}$
$S_X \underline{S_Y}$	Desactivado	Activado	$U_{DC} \geq U_{limit,2}$
$\underline{S_X} \underline{S_Y}$	Activado	Activado	Nunca permitida

35 Al transitar del estado $\underline{S_X S_Y}$ para establecer $\underline{S_X S_Y}$ o del estado $S_X S_Y$ para establecer $S_X \underline{S_Y}$, es preferente avanzar por medio del estado $\underline{S_X S_Y}$ en cuanto, de modo preferente, se evita el estado $S_X S_Y$.

40 De acuerdo con una forma de realización, el primer conmutador S_X controlable es controlable para que no sea conductor cuando la impedancia Z_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC,P}$ o el polo de corriente continua negativo $U_{DC,N}$ y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea mayor que un primer umbral predeterminado o inferior a un segundo umbral predeterminado, y el primer conmutador S_X controlable es controlado para que sea conductor cuando la impedancia Z_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC,P}$ o negativo $U_{DC,N}$ y el potencial a tierra de la red de corriente continua suministrada por el inversor sea inferior al primer umbral predeterminado y superior al segundo umbral predeterminado. Así mismo, el segundo conmutador S_Y
45 controlable es controlado para que no sea conductor cuando la impedancia Z_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC,P}$ o el polo de corriente continua negativo $U_{DC,N}$ y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea mayor que el segundo umbral predeterminado, y el conmutador S_Y controlable es controlado para que sea conductor cuando la impedancia Z_{DC} entre el polo de corriente continua positivo $U_{DC,P}$ o negativo $U_{DC,N}$ y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea inferior al segundo

umbral predeterminado. De acuerdo con una forma de realización, el primer umbral de impedancia predeterminado $U_{limit,1}$ puede corresponder con un valor de la impedancia Z_{DC} que sea lo suficientemente elevada para que una corriente de fuga de alta frecuencia no fluya hasta un grado perjudicial. De acuerdo con una forma de realización, el segundo umbral de impedancia predeterminado $Z_{limit,2}$ puede corresponder a un valor para la impedancia Z_{DC} que sea lo suficientemente elevado para que una corriente de fuga de baja frecuencia no fluya hasta un grado perjudicial. Así mismo, $Z_{limit,1} > Z_{limit,2}$.

La Tabla 2 de abajo muestra las condiciones de control de acuerdo con una forma de realización

Estado	S_x	S_y	Condición Básica
$S_x S_y$	Desactivado	Desactivado	$Z_{DC} > Z_{limit,1}$
$S_x S_y$	Activado	Desactivado	$Z_{limit,2} \leq Z_{DC} \leq Z_{limit,1}$
$S_x S_y$	Desactivado	Activado	$Z_{DC} < Z_{limit,2}$
$S_x S_y$	Activado	Activado	Nunca permitida

Cuando la transición desde el estado $S_x S_y$ al estado $S_x S_y$ o desde el estado $S_x S_y$ al estado $S_x S_y$, Es preferente avanzar por medio del estado $S_x S_y$, en cuanto es evitado de manera preferente el estado $S_x S_y$.

También es preferente combinar los controles a base de la tensión y a base de la impedancia descritos anteriormente y utilizarlos simultáneamente. En este caso puede otorgarse prioridad a la condición de impedancia.

De acuerdo con una forma de realización, el primer conmutador S_x controlable y / o el segundo conmutador S_y controlable en las formas de realización expuestas pueden, como alternativa o adicionalmente, ser controlado de acuerdo con una corriente de salida del inversor (o una potencia de salida del inversor). Por ejemplo, el primer conmutador S_x controlable y / o el segundo conmutador S_y controlable pueden ser controlados de manera que la corriente de salida del inversor se potencie al máximo y se reduzcan al mínimo las tensiones en modo común cuando las condiciones lo permitan. Las condiciones y los umbrales posiblemente utilizados en conexión con esta forma de realización dependen del sistema concreto.

El control del (de los) conmutador(es) controlable(s) S_x , S_y de acuerdo con las diversas formas de realización descritas anteriormente puede llevarse a cabo manualmente o por medio o a través de la disposición 20 de control, la cual puede también llevar a cabo el control de modulación normal de los conmutadores semiconductores del inversor. También es posible utilizar unidades adicionales o separadas lógicas o físicas (no mostradas) para llevar a cabo la funcionalidad de control de la invención. La funcionalidad de la invención podría, por ejemplo, ser implementada utilizando una disposición lógica separada, que podría ser independiente del control de modulación normal de los conmutadores semiconductores del inversor, por ejemplo.

La disposición 20 de control y / o la disposición lógica separada que controla los conmutadores semiconductores controlables de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, o de acuerdo con una combinación de estos, pueden llevarse a la práctica como una unidad o como dos o más unidades separadas que estén configuradas para poner en práctica la funcionalidad de las diversas formas de realización. Aquí, el término "unidad" se refiere, en general, a una entidad física o lógica, por ejemplo un dispositivo físico o una parte de este o una rutina de software. La disposición 20 de control de acuerdo con una cualquiera de las formas de realización puede ser puesta en práctica, al menos parcialmente, por medio de uno o más ordenadores o de un correspondiente equipo de procesamiento digital de la señal (DSP) provisto del software apropiado, por ejemplo. Dicho ordenador o equipo de procesamiento digital de la señal comprende, de modo preferente, al menos una memoria de trabajo (RAM) que proporciona el área de almacenamiento para las operaciones aritméticas y una unidad central de procesamiento (CPU) por ejemplo un procesador digital de la señal de propósito general. La CPU puede comprender un conjunto de registros, una unidad lógica aritmética y una unidad de control de la CPU. La unidad de control de la CPU es controlada por una secuencia de instrucciones de programa transferidas a la CPU a partir de la RAM. La unidad de control de la CPU puede tener una pluralidad de microinstrucciones para operaciones básicas. La implementación de microinstrucciones puede variar dependiendo del diseño de la CPU. Las instrucciones de programa pueden ser codificadas por un lenguaje de programación, el cual puede ser un lenguaje de programación de alto nivel, por ejemplo C, Java, etc., o un lenguaje de programación de bajo nivel, por ejemplo un lenguaje de máquina, o un ensamblado. El ordenador puede también incorporar un sistema operativo que pueda proporcionar unos servicios del sistema a un programa informático escrito con las instrucciones del programa. El ordenador y otros aparatos que implementan la invención, o una parte de estos, pueden así mismo comprender unos medios de entrada apropiados para recibir, por ejemplo, los datos de medición y / o control, y los medios de salida para emitir de salida, por ejemplo, datos de control. Así mismo, es posible utilizar circuitos analógicos, dispositivos lógicos programables (PLD), por ejemplo una matriz de puertas programable sobre el terreno (FPGA), o componentes y dispositivos eléctricos discretos para implementar la funcionalidad de acuerdo con una cualquiera de las formas de realización. Por ejemplo, la disposición 20 de control de acuerdo con una cualquiera de las formas de realización puede ser implementada, al menos parcialmente, por medio de dichos circuitos analógicos o dispositivos lógicos programables.

5 La invención puede ser implementada en elementos de sistema existentes o mediante el uso de elementos dedicados
separados o dispositivos de una manera centralizada o distribuida. Los actuales inversores, por ejemplo, pueden
comprender dispositivos o procesadores lógicos programables y una memoria que pueda ser utilizada en las funciones
de acuerdo con las formas de realización de la invención. Así, todas las modificaciones y configuraciones requeridas
10 para la puesta en práctica de una forma de realización de la invención, por ejemplo en inversores existentes pueden
llevarse a cabo como rutinas de software, las cuales pueden ser implementadas como rutinas de software añadidas o
actualizadas. Si al menos parte de la funcionalidad de la invención es implementada por software, dicho software
puede ser incorporado como un producto de programa informático que comprenda un código de programa informático
15 el cual, cuando se ejecuta en un ordenador, determina que el ordenador o una disposición correspondiente lleve a
cabo la funcionalidad de acuerdo con la invención según lo anteriormente descrito. Dicho código de programa de
ordenador puede estar almacenado o materializarse en términos generales en un medio legible por ordenador, como
por ejemplo una memoria adecuada, por ejemplo una memoria Flash o una memoria óptica, desde la cual pueda ser
cargada en la unidad o en las unidades que ejecuten el código de programa. Así mismo, dicho código de programa
informático que implementa la invención puede estar situado en la o las unidades que ejecuten el código de programa
informático por medio de una red de datos apropiada, por ejemplo, y puede sustituir o actualizar un código de programa
posiblemente existente.

Es evidente para el experto en la materia que, a medida que la tecnología avance, la idea básica de la invención puede
ser puesta en práctica de diversas maneras. La invención y sus formas de realización no quedan por tanto restringidas
a los ejemplos expuestos sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

20

REIVINDICACIONES

1.- Un inversor que comprende un polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$), un polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$), un polo de corriente continua neutro (M), y una disposición, **caracterizado porque** la disposición comprende:

5 a) un primer conmutador (S_X) controlable conectado entre el polo de corriente continua neutro (M) del inversor y un punto neutro virtual de una red de corriente alterna suministrada por el inversor, en el que el punto neutro virtual de la red de corriente alterna suministrada por el inversor es un punto en estrella de tres impedancias conectadas en estrella en la red de corriente alterna y en el que la disposición comprende unos medios (20) para controlar el primer conmutador (S_X) controlable configurados para controlar el primer conmutador controlable de acuerdo con uno o más parámetros predeterminados;

10 y / o

b) un segundo conmutador (S_Y) controlable conectado entre el polo de corriente continua neutro (M) del inversor y el potencial de masa que está conectado a un punto neutro de una red de corriente alterna suministrada por el inversor, en el que la disposición comprende unos medios (20) para controlar el segundo conmutador (S_Y) controlable configurados para controlar el segundo conmutador controlable de acuerdo con uno o más parámetros predeterminados.

en el que los uno o más parámetros predeterminados comprenden uno o más parámetros de tensión y / o uno o más parámetros de impedancia, y en el que

cuando la disposición comprende únicamente el primer conmutador (S_X) controlable, los medios para controlar el primer conmutador controlable están configurados para:

20 controlar el primer conmutador (S_X) controlable para que no sea conductor cuando una tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea inferior a un umbral predeterminado; y

25 controlar el primer conmutador (S_X) controlable para que sea conductor cuando la tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea superior al umbral predeterminado;

o

cuando la disposición comprende únicamente el segundo conmutador (S_Y) controlable los medios para controlar el segundo conmutador controlable están configurados para:

30 controlar el segundo conmutador (S_Y) controlable para que no sea conductor cuando una tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea inferior a un umbral predeterminado; y

35 controlar el segundo conmutador (S_Y) controlable para que sea conductor cuando la tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea superior al umbral predeterminado;

o

cuando la disposición comprende tanto el primer conmutador (S_X) controlable como el segundo conmutador (S_Y) controlable los medios para controlar el primer conmutador (S_X) controlable están configurados para:

40 controlar el primer conmutador (S_X) controlable para que no sea conductor cuando una tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea inferior a un primer umbral predeterminado o superior a un segundo umbral predeterminado; y

45 controlar el primer conmutador (S_X) controlable para que sea conductor cuando la tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea superior al primer umbral predeterminado e inferior al segundo umbral predeterminado; y

los medios para controlar el segundo conmutador (S_Y) controlable están configurados para:

50 controlar el segundo conmutador (S_Y) controlable para que no sea conductor cuando la tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea inferior al segundo umbral predeterminado; y

50 controlar el segundo conmutador (S_Y) controlable para que sea conductor cuando la tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea superior al segundo umbral predeterminado;

o

cuando la disposición comprende únicamente el primer conmutador (S_x) controlable los medios para controlar el primer conmutador controlable están configurados para:

5 controlar el primer conmutador (S_x) controlable para que no sea conductor cuando una impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea superior a un umbral predeterminado; y

controlar el primer conmutador (S_x) controlable para que sea conductor cuando la impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea inferior al umbral predeterminado;

10 o

cuando la disposición comprende únicamente el segundo conmutador (S_y) controlable, los medios para controlar el segundo conmutador controlable están configurados para:

15 controlar el segundo conmutador (S_y) controlable para que no sea conductor cuando la impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo, y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea superior a un umbral predeterminado; y

controlar el segundo conmutador (S_y) controlable para que sea conductor cuando la impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo y el potencial a tierra de la red de corriente alternada suministrada por el inversor sea inferior al umbral predeterminado;

o

20 cuando la disposición comprende tanto el primer conmutador (S_x) controlable como el segundo conmutador (S_y) controlable, los medios para controlar el primer conmutador (S_x) controlable están configurados para:

25 controlar el primer conmutador (S_x) controlable para que no sea conductor cuando una impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo y el potencial a tierra de la red de corriente alternada suministrada por el inversor sea superior a un primer umbral predeterminado o inferior a un segundo umbral predeterminado; y

controlar el primer conmutador (S_x) controlable para que sea conductor cuando la impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea inferior al primer umbral predeterminado y superior a un segundo umbral predeterminado; y

30 los medios para controlar el segundo conmutador (S_y) controlable están configurados para:

controlar el segundo conmutador (S_y) controlable para que no sea conductor cuando la impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo y el potencial a tierra de la red de corriente alternada suministrada por el inversor sea superior al segundo umbral predeterminado; y

35 controlar el segundo conmutador (S_y) controlable para que sea conductor cuando la impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea inferior al segundo umbral predeterminado.

40 2.- Un inversor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el inversor es un inversor trifásico de tres niveles que comprende tres ramas de conmutación, comprendiendo cada rama de conmutación cuatro conmutadores semiconductores controlables ($S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}, S_{11}, S_{12}$.) conectados en serie entre el polo de corriente continua positivo y el polo de corriente continua negativo.

3.- Un inversor de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** el inversor es un inversor anclado por el punto neutro o un inversor activo anclado por el punto neutro.

4.- Un procedimiento para controlar un inversor, comprendiendo el inversor un polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$), un polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) y un polo de corriente continua neutro (M), **caracterizado porque**

45 a) el inversor comprende un primer conmutador (S_x) controlable conectado entre el polo de corriente continua neutro (M) del inversor y un punto virtual neutro de una red de corriente alterna suministrada por el inversor, en el que el punto neutro virtual de la red de corriente alterna suministrada por el inversor es un punto en estrella de tres impedancias conectadas en estrella en la red de corriente alterna y en el que el procedimiento comprende controlar el primer conmutador controlable de acuerdo con uno o más parámetros predeterminados;

50

y / o

5 b) el inversor comprende un segundo conmutador (S_Y) controlable conectado entre el polo de corriente continua neutro (M) del inversor y el potencial a tierra que está conectado a un punto neutro de una red de corriente alterna suministrada por el inversor, en el que el procedimiento comprende controlar el segundo conmutador controlable de acuerdo con uno o más parámetros predeterminados;

en el que los uno o más parámetros predeterminados comprenden uno o más parámetros de tensión y / o uno o más parámetros de impedancia, y en el que

cuando la disposición comprende únicamente el primer conmutador (S_X) controlable, el procedimiento comprende:

10 controlar el primer conmutador (S_X) controlable para que no sea conductor cuando una tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea inferior a un umbral predeterminado; y

controlar el primer conmutador (S_X) controlable para que sea conductor cuando la tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea mayor que el umbral predeterminado;

15 o

cuando la disposición comprende únicamente el segundo conmutador (S_Y) controlable, el procedimiento comprende:

20 controlar el segundo conmutador (S_Y) controlable para que no sea conductor cuando una tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea inferior a un umbral predeterminado; y

controlar el segundo conmutador (S_Y) controlable para que sea conductor cuando la tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea superior al umbral predeterminado;

o

25 cuando la disposición comprende tanto el primer conmutador (S_X) controlable como el segundo conmutador (S_Y) controlable, el procedimiento comprende:

controlar el primer conmutador (S_X) controlable para que no sea conductor cuando la tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea inferior a un primer umbral predeterminado o superior a un segundo umbral predeterminado;

30 controlar el primer conmutador (S_X) controlable para que sea conductor cuando la tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea superior al primer umbral predeterminado e inferior al segundo umbral predeterminado;

35 controlar el segundo conmutador (S_Y) controlable para que no sea conductor cuando la tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea inferior al segundo umbral predeterminado; y

controlar el segundo conmutador (S_Y) controlable para que sea conductor cuando la tensión entre el polo de corriente continua positivo ($U_{DC, P}$) y el polo de corriente continua negativo ($U_{DC, N}$) sea superior al segundo umbral predeterminado;

o

40 cuando la disposición comprende únicamente el primer conmutador (S_X) controlable el procedimiento comprende:

controlar el primer conmutador (S_X) controlable para que no sea conductor cuando una impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea superior a un umbral predeterminado; y

45 controlar el primer conmutador (S_X) controlable para que sea conductor cuando la impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea inferior al umbral predeterminado;

o

cuando la disposición comprende únicamente el segundo conmutador (S_Y) controlable, el procedimiento comprende:

5 controlar el segundo conmutador (S_Y) controlable para que no sea conductor cuando una impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea superior a un umbral predeterminado; y

controlar el segundo conmutador (S_Y) controlable para que sea conductor cuando la impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea inferior al umbral predeterminado;

o

10 cuando la disposición comprende tanto el primer conmutador (S_X) controlable como el segundo conmutador (S_Y) controlable, el procedimiento comprende:

15 controlar el primer conmutador (S_X) controlable para que no sea conductor cuando una impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea superior a un primer umbral predeterminado o inferior a un segundo umbral predeterminado;

controlar el primer conmutador (S_X) controlable para que sea conductor cuando la impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea inferior al primer umbral predeterminado y superior al segundo umbral predeterminado;

20 controlar el segundo conmutador (S_Y) controlable para que no sea conductor cuando la impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea superior al segundo umbral predeterminado; y

25 controlar el segundo conmutador (S_Y) controlable para que sea conductor cuando la impedancia entre el polo de corriente continua positivo o negativo y el potencial a tierra de la red de corriente alterna suministrada por el inversor sea inferior al segundo umbral predeterminado.

Fig. 1

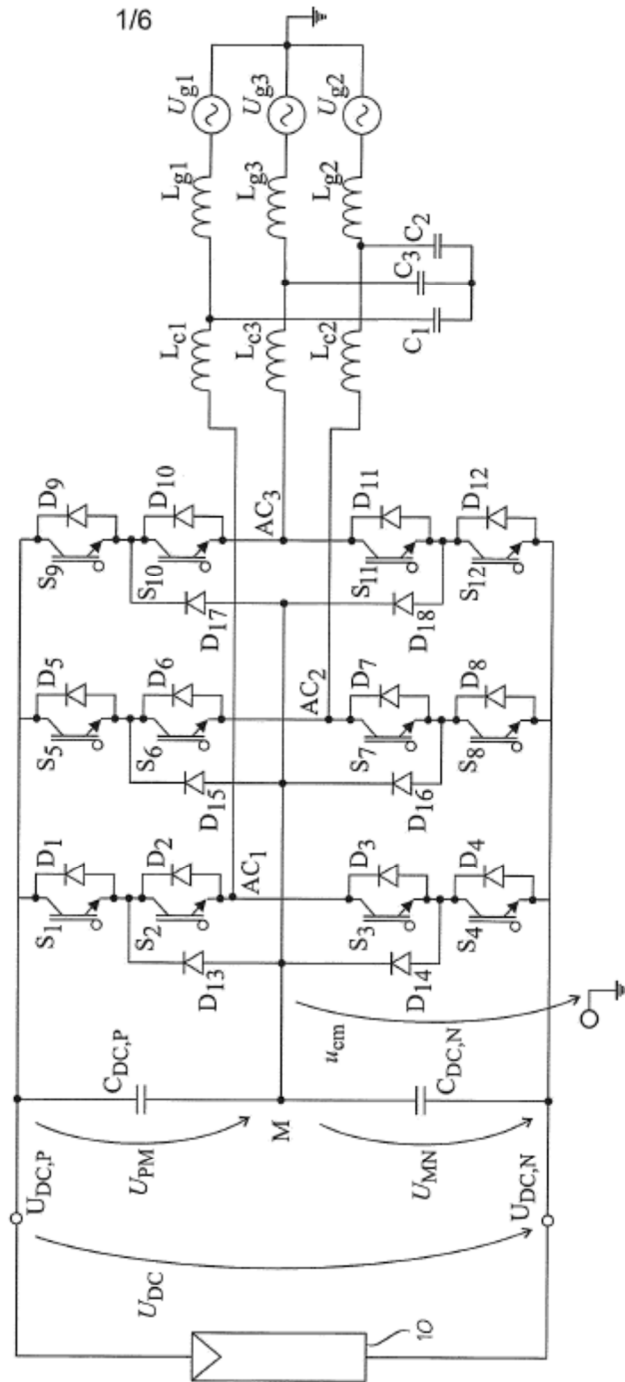


Fig. 2

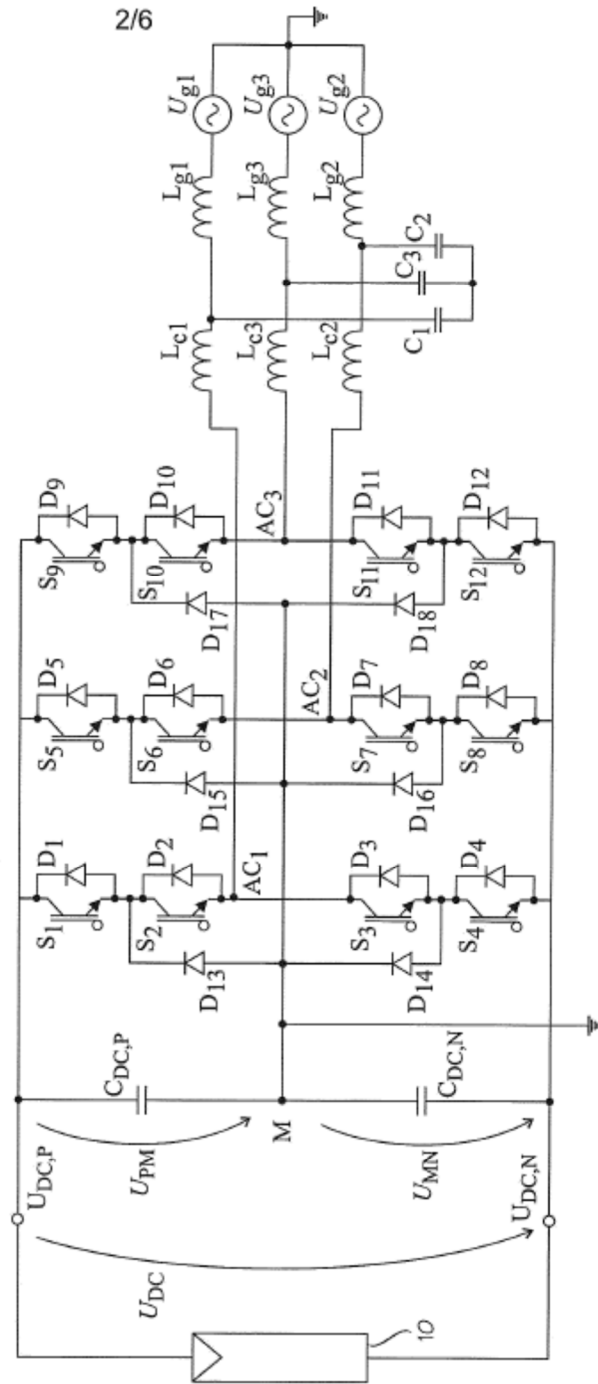


Fig. 3

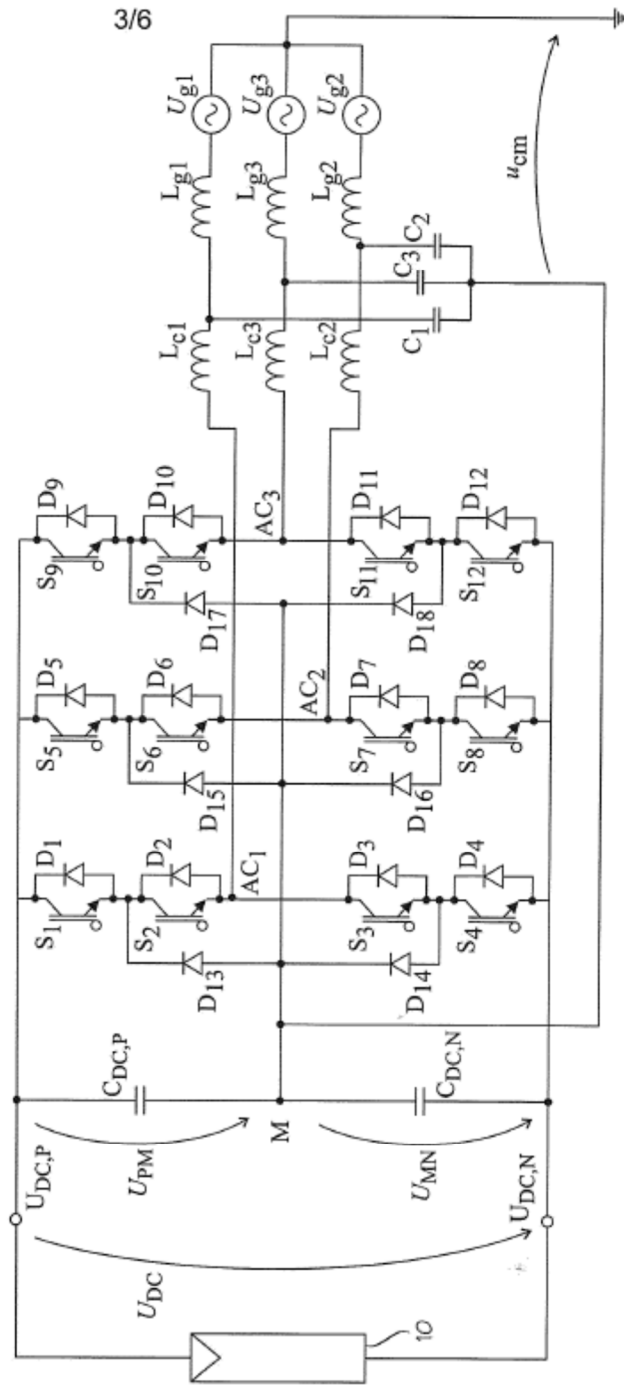


Fig. 6

