



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 354 614**

(51) Int. Cl.:
H02M 7/48 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **05011807 .4**

(96) Fecha de presentación : **01.06.2005**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1626494**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **15.02.2006**

(54) Título: **Procedimiento para la conversión de una tensión continua procedente de una fuente de tensión continua, en especial una fuente de tensión continua fotovoltaica, en una tensión alterna.**

(30) Prioridad: **25.06.2004 DE 10 2004 030 912**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2011

(73) Titular/es: **SMA Solar Technology AG.**
Sonnenallee 1
34266 Niestetal, DE

(72) Inventor/es: **Victor, Matthias;**
Greizer, Frank;
Bremicker, Sven y
Hübler, Uwe

(74) Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 354 614 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

Procedimiento para la conversión de una tensión continua procedente de una fuente de tensión continua, en especial una fuente de tensión continua fotovoltaica, en una tensión alterna.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento que tiene las características definidas en la parte introductoria de la reivindicación 1.

10 El documento DE 197 32 218 C1 describe un circuito/ondulador sin transformador con un circuito convertidor inversor con regulación alto/bajo y un circuito convertidor no inversor. Este tipo de onduladores se utilizan para el acoplamiento de instalaciones fotovoltaicas. El circuito presenta una conexión directa de potencial fijo, es decir, una conexión conductora que permanece a un potencial fijo. Entre una de ambas conexiones de tensión continua y una de las conexiones de tensión alterna es posible, en caso necesario, utilizar esta conexión directa como conductor neutro del sistema y de esta forma acoplar, por ejemplo, la conexión negativa de la fuente de tensión continua, lo cual es muy ventajoso para evitar problemas de EMV. Mediante este circuito es posible la realización de un ondulador sin transformador con peso y volumen reducidos, que presenta, no obstante, una elevada seguridad para las personas y reducidos problemas de EMV.

15 Un circuito ondulador con un puente semiconductor, un generador solar y un elemento de conmutación conectado entre el generador solar y el puente semiconductor es conocido por el documento DE 103 12 921 A1. Esta disposición de circuito está constituida de manera tal que, al superar una determinada tensión continua del generador solar, el elemento de conmutación se abre y al encontrarse por debajo de la tensión del generador, el elemento de conmutación se conecta, de manera que se aumenta el rango de tensión de entrada para el circuito ondulador o el punto de consumo. Mediante este circuito no se evitan tensiones de alta frecuencia ni se suprimen los problemas de EMV.

20 El documento DE 102 21 592 A1 da a conocer un ondulador sin transformador con un circuito puente. En este circuito se prevén dos rutas de conexión eléctricas separadas, en las que de manera correspondiente se han previsto un conmutador, así como una serie de diodos rectificadores conectados en serie. Estos están conectados en rutas de conexión individuales en dirección de conducción. Al contrario que en una disposición de modulación por impulsos simétrica, mediante este circuito se reducen sensiblemente las alteraciones en la corriente de salida. Los diodos de rueda libre adicionales permiten un desacoplamiento óhmico entre un generador solar y las conexiones de tensión alterna. De esta manera, se evitan los saltos de tensión de alta frecuencia en los conductores de conexión del generador, por lo que se mejora el comportamiento EMV.

25 Es conocido además para los onduladores fotovoltaicos sin transformador, la utilización de un circuito puente en H con cuatro interruptores semiconductores, que están conectados de forma tal que de la corriente continua existente entre las ramificaciones de los medios puentes se genera una tensión alterna. Los interruptores son además modulados por impulsos de forma simétrica. En este caso, un interruptor superior de un medio puente es sincronizado conjuntamente con otro interruptor inferior del otro medio puente de forma sincronizada con modulación de amplitud de impulsos con una frecuencia de sincronización elevada.

30 Para la reducción de los armónicos de la corriente alterna generada de este modo se utilizan reactancias. Para que los armónicos de la tensión alterna se puedan mantener reducidos, las reactancias se deben dimensionar relativamente grandes. En esta solución técnica se producen, no obstante, pérdidas por remagnetización relativamente grandes en las reactancias, de manera que el rendimiento del circuito se reduce.

35 Además, se producen otras pérdidas adicionales porque simultáneamente dos interruptores son abiertos y cerrados y en la situación llamada de rueda libre la corriente fluye a través de dos diodos de rueda libre en el circuito intermedio de corriente continua. La corriente continua del circuito intermedio actúa en situación de rueda libre como contravoltaje, lo que tiene como consecuencia una alteración más elevada de la corriente, por lo tanto, una pérdida de potencia más elevada.

40 Para reducir estas pérdidas, es conocido el modular por impulsos el puente de forma asimétrica. Es decir, por ejemplo, cuando los interruptores superiores son activados con frecuencia de la red, los interruptores inferiores son activados con una frecuencia de impulsos elevada. De esta manera, desaparece en estado de rueda libre la contratensión en el circuito intermedio, puesto que la corriente en este caso pasa solamente por un diodo y un interruptor. Esto lleva a una alteración de corriente más reducida y a la reducción de las pérdidas. No obstante, se producen por este control asimétrico en los bornes del generador fotovoltaico oscilaciones de potencial de alta frecuencia que empeoran el comportamiento EMV del generador.

45 Una medida técnica que evita los inconvenientes de ambas soluciones mencionadas está descrita en la publicación DE 102 21 592 A1. En este caso, se prevé que se dispongan adicionalmente dos rutas de conexión entre las salidas de un circuito puente o bien de un puente en H. En las rutas de conexión se

encuentran cuatro componentes semiconductores y, de manera correspondiente, otro interruptor con la correspondiente etapa de activación y un diodo conectado en serie.

5 La supresión de ambos inconvenientes requiere, por lo tanto, una construcción compleja del circuito por el elevado número de componentes, de manera que se reduce la fiabilidad del circuito y aumenta el precio de los materiales.

La publicación EP 1 337 033 muestra un circuito que tiene las características de la parte introductoria de la reivindicación 7.

10 La presente invención se plantea como objetivo dar a conocer un procedimiento del tipo anteriormente mencionado, en el que por una parte se evitan componentes de tensión de alta frecuencia en las conexiones del generador y, por otra parte, se permita conseguir una construcción más sencilla del circuito en una realización con pocas pérdidas y, por lo tanto, con un elevado rendimiento. Además, se reducirán los costes de materiales y se aumentará la fiabilidad.

15 Ese objetivo se consigue por el hecho de que el circuito de tensión alterna, durante las fases de rueda libre, se desacopla del circuito de tensión continua mediante un elemento interruptor adicional dispuesto en el circuito de tensión continua. De acuerdo con la invención, en el interruptor puente circula una corriente de rueda libre mediante los elementos internos del puente, de manera que por la situación de desacoplamiento mediante el interruptor adicional abierto de ambos circuitos no aparecen alternaciones de alta frecuencia en el circuito de tensión continua por los procesos de activación.

20 Mediante el procedimiento objeto de la invención, se evitan de manera sencilla y solamente con un componente adicional (al contrario que en un simple puente en H con cuatro interruptores y cuatro diodos de rueda libre) las componentes de tensión de alta frecuencia en las conexiones del circuito de tensión continua. La complejidad del circuito se reduce con respecto a un puente en H con rutas de conexión adicionales (según el documento DE 102 21 592 A1 con seis elementos interruptores y seis diodos de rueda libre), puesto que solamente es necesario un elemento interruptor semiconductor con la correspondiente unidad de control en vez de dos elementos interruptores semiconductores adicionales, incluyendo unidades de control y dos diodos adicionales (en total solamente cinco elementos con cinco diodos de rueda libre). De este modo se minimizan los costes adicionales y la probabilidad de averías.

30 El control para el elemento interruptor adicional se puede conseguir además en la solución técnica de la presente invención sin complicación adicional para un circuito de control mediante el enlace lógico de señales de control, por ejemplo, de los elementos interruptores inferiores del puente en H.

35 Mediante el procedimiento objeto de la invención es posible conseguir de manera ventajosa un funcionamiento asimétrico en alteraciones de alta frecuencia, en especial, cuando, según una forma de realización ventajosa de la invención, el circuito puente es controlado de manera tal que el elemento interruptor adicional que se encuentra en el circuito de corriente continua es activado en una media onda de forma sincronizada con un interruptor inferior de un medio puente, mientras que en la otra semionda se activará de forma sincronizada con un interruptor inferior del otro medio puente. El interruptor adicional será activado, por lo tanto, de manera correspondiente simultáneamente con un único interruptor.

40 Mediante el funcionamiento asimétrico se minimizan las pérdidas y se mejora el rendimiento del circuito. El procedimiento según la invención, según esta forma de realización ventajosa, une, de esta manera, a la mínima envergadura constructiva la ventaja de un simple circuito de puente en H con activación no simétrica, que presenta un rendimiento satisfactorio, con las ventajas de un simple circuito puente en H con activación simétrica que evita señales de alta frecuencia en los bornes del generador.

45 De igual manera que en la activación asimétrica, se produce, por el contrario, en la activación simétrica una situación de tensión nula, puesto que la tensión en los bornes de salida del ondulator es conmutada entre +U, 0 y -U. De esta manera, se reducen las pérdidas por magnetización en las reactancias de la red y en especial también se mejora el rendimiento a cargas parciales.

50 Cuando los elementos interruptores correspondientes de los circuitos puente son activados en la zona de kHz, las pérdidas por transmisión desempeñan un papel secundario con respecto a las pérdidas de conmutación, de manera que el rendimiento mediante el elemento interruptor adicional es casi igual al del puente en H con rutas de conexión adicionales entre las salidas del circuito puente.

55 Puesto que mediante la invención, por una parte, aplica una tensión a los bornes de tensión alterna prácticamente entre un potencial positivo, nulo y potencial negativo de manera alternada y, por otra parte, por el hecho de que mediante una activación modulada en amplitud de impulsos es posible una adecuación a la carga, resulta posible la utilización de la invención, por ejemplo, en un ondulator fotovoltaico sin transformador.

Dado que se prevé un diodo antiparalelo del interruptor adicional, que no funciona como diodo de rueda libre, o bien no está activado y, por ejemplo, los diodos inferiores de rueda libre del interruptor

5 activado tampoco se encuentran activados en situación normal, existe la posibilidad de optimización del semiconductor utilizado. De este modo, se pueden utilizar elementos semiconductores que presentan características de los diodos poco apropiadas, pero que, por otra parte, presentan características de conmutación satisfactorias y pocas pérdidas por transmisión. De esta manera, se pueden utilizar especialmente para los elementos interruptores activados los más modernos elementos semiconductores MOSFET, que posibilitan una optimización adicional del rendimiento y una reducción de los costes.

La presente invención se refiere a un procedimiento, según la reivindicación 1, y a un circuito, según la reivindicación 7.

Otras realizaciones de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes.

10 La invención así como sus ventajas se explicarán en base a los dibujos, que muestran:

La figura 1 un circuito, según la invención, de un ondulator

La figura 2 una representación de conmutación con el recorrido de la corriente durante una semionda positiva

15 La figura 3 una representación de conmutación con el recorrido de la corriente durante una semionda negativa

La figura 4 una representación de conmutación con el recorrido de la corriente en disposición de desacoplamiento

20 La figura 1 muestra un ondulator (1), según la presente invención, con un generador solar (SG) o bien un generador fotovoltaico. Este circuito permite un procedimiento para convertir una tensión eléctrica continua de una fuente de tensión continua fotovoltaica en una tensión alterna con frecuencia, por ejemplo, de 50 Hz.

25 En los bornes de entrada (2) del ondulator (1) está conectado un condensador de alisamiento (C) o bien condensador de almacenamiento en paralelo al generador solar (SG). El generador solar (SG) con el condensador (C) constituyen un circuito intermedio de tensión continua o bien un circuito DC. El ondulator presenta un puente en H (3) con cuatro interruptores de semiconductor (V1-V4) y un interruptor adicional (V5). Paralelamente a los interruptores (V1-V5) están conectados los diodos de rueda libre (D1-D5). En la ramificación de puente se encuentran en la parte de tensión alterna dos reactancias (L1 y L2).

30 Los elementos interruptores superiores (V1 y V3) son controlados con la frecuencia de la red, por ejemplo 50Hz, mientras que los elementos interruptores inferiores (V2 y V4) son activados con una frecuencia de activación elevada en la zona de kHz, por ejemplo 16 kHz, modulada en amplitud de impulsos.

35 El elemento interruptor adicional de semiconductor (V5), que está realizado en especial como componente MOSFET, será activado conjuntamente con los interruptores inferiores (V2) o bien (V4) con la frecuencia de activación elevada, por ejemplo, 16 kHz. El elemento interruptor (V5) será activado, por lo tanto, en la semionda de la tensión de red en la que está conectado el interruptor (V1), de forma sincronizada y con modulación de amplitud de impulsos con el interruptor (V4), tal como muestra la figura 2. El establecimiento de la corriente de carga tiene lugar, en este caso, a través de los interruptores (V5, V1 y V4). Si se desconectan los interruptores de semiconductor activados con otra frecuencia (V5 y V4) de forma sincronizada, la corriente de carga se conmuta en una ruta de rueda libre que está constituida por (V1) y el diodo (D3) que es antiparalelo con respecto a (V3).

40 Tal como se muestra en la figura 3, en la otra semionda de la tensión de red (semionda negativa), en la que está conectado el elemento interruptor (V3), el elemento interruptor (V5) es activado de manera sincronizada y con modulación de amplitud de impulsos con el interruptor (V2). El desarrollo de la corriente de carga tiene lugar en este caso a través de los elementos interruptores (V5, V3 y V2). Si los interruptores (V5 y V2), que están activados por alta frecuencia, son desconectados de forma sincronizada, entonces se conmuta la corriente de carga al diodo de rueda libre paralelo (D1) del interruptor (V1), tal como muestra la figura 4.

50 De esta manera, de acuerdo con la invención, mediante un elemento conmutador dispuesto en el circuito de tensión continua (V5) se desacopla el circuito de carga de las conexiones del generador, de manera que se evitan componentes de tensión de alta frecuencia en estos conductores de conexión. El interruptor (V5) actúa en este caso como interruptor adicional de desacoplamiento de una conexión de corriente continua con respecto al circuito de tensión alterna. La otra conexión de tensión continua es desacoplada igualmente con intermedio del conmutador (V2 o bien V4) con respecto al circuito de tensión alterna.

En este caso es importante que la tensión fluya de manera simétrica por los interruptores (V5 y V2) o bien (V4). Para ello se utilizan preferentemente elementos conmutadores o bien diodos con iguales características.

5 Adicionalmente mediante este sistema de rueda libre se reduce la oscilación de la corriente y, por lo tanto, las pérdidas de magnetización en las reactancias de red (L1 y L2).

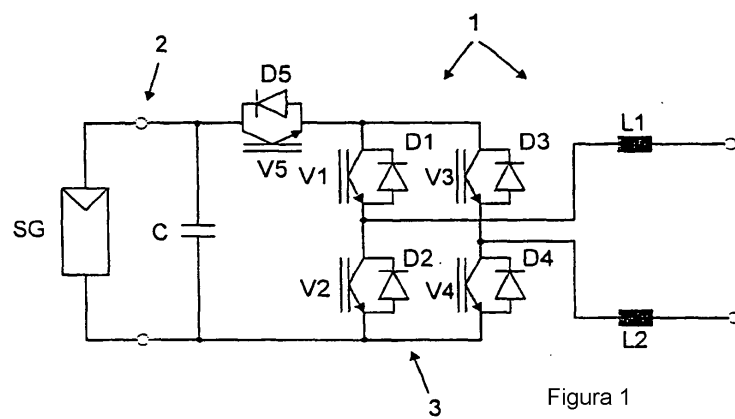
Mediante la presente invención se consigue un oscilador optimizado en cuanto a costes, sin transformador, con pocas pérdidas, que produce pocas alteraciones de alta frecuencia en el circuito de tensión continua.

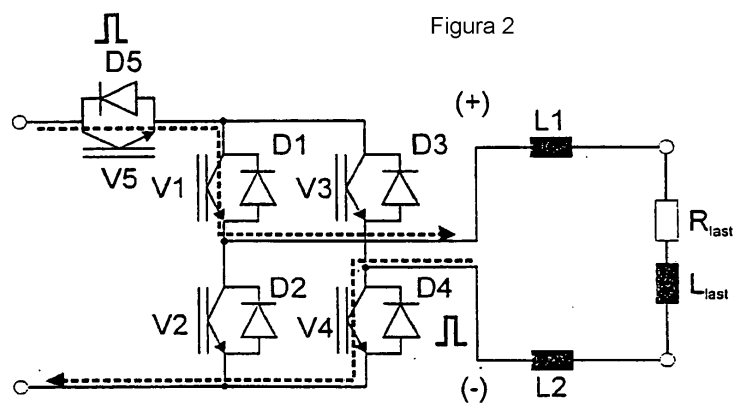
Lista de designaciones

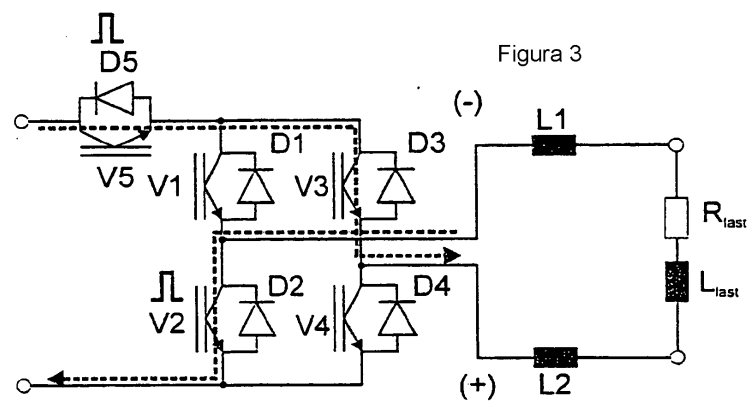
10	1	Ondulador
	2	Bornes de entrada
	3	Puente
15	SG	Generador solar
	V1-V4	Interruptores del circuito puente
	D1-D4	Elementos de rueda libre del circuito puente
	D5	Diodo
20	V5	Interruptor de desacoplamiento (interruptor)
	C	Condensador de alisado
	L1-L2	Reactancias de red
25	R_{Last}	Resistencia de carga
	L_{Last}	Inductividad de carga

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la transformación de una tensión eléctrica continua de una fuente de tensión continua, especialmente de una fuente de tensión fotovoltaica continua, en una tensión alterna de una cierta frecuencia, mediante un circuito puente que tiene elementos interruptores (V1 - V4) y elementos de rueda libre (D1 - D4), de manera que los elementos interruptores (V1-V4) del circuito puente son activados de manera tal que en cada caso un elemento interruptor (V1, V3) de un semipunto es activado a la frecuencia de la red y un interruptor (V4, V2) del otro semipunto es activado a alta frecuencia, de manera que se dispone de un circuito de tensión continua, un circuito de tensión alterna y una serie de fases de rueda libre, caracterizado porque durante las fases de rueda libre el circuito de tensión alterna es desacoplado con respecto al circuito de tensión continua por medio de un interruptor (V5) dispuesto en el circuito de tensión continua, de manera que una corriente de rueda libre fluye por uno de los elementos de rueda libre (D1, D3) en el circuito puente en estado desacoplado.
- 2.- Procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque se lleva a cabo una reducción de los componentes armónicos en el circuito de tensión alterna mediante, como mínimo, una reactancia, en particular dos reactancias (L1, L2) dispuestas en serie y en diferentes salidas del puente.
- 3.- Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por su utilización en un ondulator fotovoltaico sin transformador (1), en especial un ondulator fotovoltaico.
- 4.- Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los correspondientes elementos interruptores (V2, V4, V5) del circuito puente son modulados por impulsos en la zona de kHz.
- 5.- Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los correspondientes elementos interruptores (V2, V4, V5) del circuito puente son modulados por impulsos por modulación de amplitud de impulsos.
- 6.- Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el interruptor adicional (V5) que se encuentra en el circuito de tensión continua es activado en una semionda de forma sincronizada con un interruptor activado (V2), mientras que en la otra semionda es activado de manera sincronizada con otro interruptor (V4).
- 7.- Circuito para la transformación de una tensión continua en una tensión alterna, con un circuito puente que tiene elementos interruptores (V1-V4) y elementos de rueda libre (D1-D4), un elemento interruptor adicional (V5) dispuesto en circuito de tensión continua y un circuito de activación para activar dichos elementos interruptores (V1-V5), caracterizado porque el circuito de activación está dispuesto para llevar a cabo el procedimiento de la reivindicación 1.
- 8.- Circuito, según la reivindicación 7, caracterizado porque el interruptor adicional (V5) está dotado de un diodo antiparalelo (D5).
- 9.- Circuito, según la reivindicación 7 u 8, caracterizado porque los elementos interruptores del circuito puente (V1-V5), en particular sólo los elementos interruptores (V2, V4) a activar a alta frecuencia y el elemento interruptor adicional (V5), están constituidos en forma de componentes semiconductores MOSFET.
- 10.- Ondulator, en especial ondulator fotovoltaico, con un circuito según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por su construcción sin transformador.







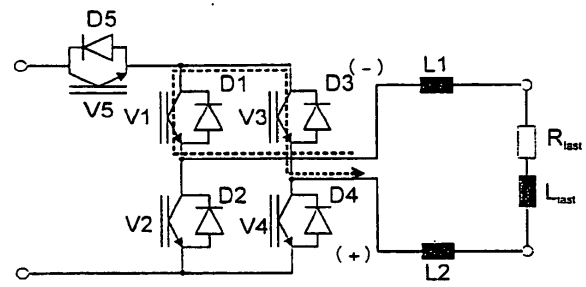


Figura 4