

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 387**

51 Int. Cl.:  
**H02M 7/5383** (2007.01)  
**H02M 3/338** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06722823 .9**  
96 Fecha de presentación: **22.04.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1882298**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.01.2008**

54 Título: **ONDULADOR.**

30 Prioridad:  
**20.05.2005 DE 102005023291**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**30.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**30.11.2011**

73 Titular/es:  
**SMA SOLAR TECHNOLOGY AG  
SONNENALLEE 1  
34266 NIESTETAL, DE**

72 Inventor/es:  
**VICTOR, Matthias;  
MÜLLER, Burkhard y  
FALK, Andreas**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 369 387 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

5 La invención se refiere a un ondulador para su conexión a un generador fotovoltaico.

10 Un convertidor de entrada para vehículos ferroviarios es conocido por el documento DE 198 27 872 A1. Éste comprende un convertidor de resonancia con separación galvánica. La tensión de salida se encuentra en relación fija con respecto a la tensión de entrada. En funcionamiento óptimo en cuanto a pérdidas, la tensión de salida y la tensión de entrada se encuentran entre sí en una relación fija que está determinada por la relación de transformación del transformador.

15 Los onduladores de instalaciones fotovoltaicas deben estar preparados para un amplio rango de tensiones de entrada a causa de la variabilidad de las condiciones del entorno (radiación, temperatura...) y diferente disposición del generador y, simultáneamente, deben presentar en todo su rango de funcionamiento un elevado rendimiento.

20 Por el documento EP 1 531 542 A2 se conoce un ondulador con separación galvánica y con entrada de CC para conexión de un generador fotovoltaico y una salida para alimentar una red de corriente alterna, dotada de un puente para la red. En este caso, se utilizan convertidores de resonancia. Los reguladores elevadores a utilizar tienen el objetivo de hacer máxima la potencia del módulo fotovoltaico.

25 Por el documento JP 2002010496 se conoce un circuito ondulador con regulador elevador con subsiguiente circuito puente. El regulador elevador debe asegurar el funcionamiento cuando la tensión de entrada es demasiado pequeña. Además, se deben mantener las tensiones permisibles para semiconductores.

La invención se plantea el objetivo de dar a conocer un ondulador que lleva a cabo, en un amplio rango de tensiones de entrada, tal como se producen en instalaciones fotovoltaicas y tensiones de red variable, una separación galvánica, de manera que el rendimiento se optimiza en todo el rango de tensiones de entrada.

30 Este objetivo se consigue mediante un ondulador, según la reivindicación 1.

35 Mediante la invención, se consigue que en las variaciones de radiación y de temperatura del módulo fotovoltaico o para diferentes configuraciones de los módulos fotovoltaicos el ondulador pueda funcionar con un rendimiento óptimo. Las pérdidas de conexión se minimizan de este modo puesto que el convertidor de resonancia funciona independientemente de la tensión de entrada en un punto de trabajo constante, de manera que este punto de trabajo o funcionamiento es ajustado o predeterminado mediante el regulador elevador en un amplio rango de tensiones de entrada. En el supuesto que la tensión en el convertidor de resonancia se estabiliza, un regulador elevador es más adecuado que un regulador reductor, puesto que el convertido de resonancia consigue, para tensiones de entrada estabilizadas más elevadas, un rendimiento más elevado.

40 El ondulador, según la invención, combina ventajas en relación con la adecuación de tensión y el funcionamiento de un circuito HF en el punto de funcionamiento óptimo sin necesidad de tener en cuenta los inconvenientes de una disposición desfavorable corriente-tensión, una mayor frecuencia de sincronización de la etapa de adecuación, sobre tensiones de conexión y una zona de funcionamiento limitada.

45 En una realización adicional ventajosa, del convertidor de la invención, se prevé que el ondulador esté constituido en forma de ondulador monofásico, de manera que se disponga de una conexión electrónica de potencia en semipunto, una capacidad de resonancia en serie y un transformador de alta frecuencia. Si bien el convertidor de resonancia funciona en un punto de trabajo constante, de manera que sus tensiones de entrada y salida se encuentran entre sí en una relación fija, determinada por la relación de transformación del transformador, se puede variar la tensión de entrada en el regulador elevador.

50 El regulador elevador puede estar constituido, ventajosamente, de manera tal que siempre funciona en régimen discontinuo, de manera que el diodo de funcionamiento libre del regulador elevador no es desconectado de manera brusca. De esta manera, se reducen las alteraciones EMV y se mejora el rendimiento al evitar pérdidas de conexión.

55 El regulador elevador no necesita ser controlado cuando la tensión de entrada  $U_0$  es suficientemente grande, de manera que la tensión en el condensador  $C_{red}$  es suficiente para poder alimentarse de la red. Por lo tanto, será controlado solamente cuando la tensión de red real es tan grande que la tensión PV actual no es suficiente para bloquear la tensión en  $C_{red}$ .

60 En un procedimiento de este tipo, se consigue una mejora sensible del rendimiento puesto que en puntos de trabajo sin actuación del regulador elevador se presentan solamente pérdidas reducidas. Esto es especialmente eficaz cuando las inductancias del regulador elevador son especialmente pequeñas, condicionado por la disposición para el funcionamiento discontinuo y, por lo tanto, se presentan resistencias óhmicas muy pequeñas.

De manera ventajosa, la frecuencia de reloj del circuito en semipunte se encuentra por debajo de la frecuencia de resonancia. Esto resulta de la inductividad de dispersión del transformador y de la capacidad de resonancia en serie. De esta manera, se consigue que el semiconductor se conecte y desconecte sin corriente.

5 Según otra disposición adicional ventajosa de la invención, se prevé el control síncrono del regulador elevador y del convertidor de resonancia. El control síncrono tiene la ventaja de que la carga efectiva de corriente disminuye en los condensadores (C3, C4).

10 Es especialmente favorable que el transformador esté constituido en forma de transformador plano con dos placas conductoras, de manera que el arrollamiento primario está dispuesto a una placa conductora y el arrollamiento secundario sobre la otra placa conductora. Esto facilita la ventaja de que las placas conductoras están acopladas por el flujo magnético, por lo que se puede prescindir de conectores onerosos. Un cuerpo envolvente de fundición, que es más fácil de fabricar que un cuerpo envolvente correspondiente de chapa, presenta la ventaja de que un transformador plano de este tipo con dos placas conductoras solapadas puede presentar características técnicas de refrigeración favorables.

La inductividad de dispersión del transformador plano se puede aumentar de manera especialmente favorable mediante la introducción de un núcleo de reactancia adicional con intersticio de aire (figura 3).

20 Otras disposiciones ventajosas de la invención se caracterizan en las reivindicaciones dependientes.

A continuación, se explicará un ejemplo de realización en base a los dibujos, de manera que se describirán otras construcciones ventajosas de la invención y ventajas de la misma.

25 En lo dibujos:

La figura 1 es un esquema de un ondulator, de acuerdo con la invención,

30 La figura 2 muestra un diagrama de tensión/corriente del convertidor de resonancia,

La figura 3 es una representación de un transformador plano,

La figura 4 es una representación esquemática del transformador plano, y

35 La figura 5 muestra un esquema variante de la figura 1.

En las figuras, las piezas iguales han sido designadas con iguales numerales.

40 La figura 1 muestra un ondulator 1 de acuerdo con la invención, para instalaciones fotovoltaicas. Éste comprende un regulador elevador 3, un convertidor de resonancia 2 y un puente de red NB. El convertidor de resonancia comprende un circuito de semipunte con los conmutadores de semiconductores S1, S2, un transformador de alta frecuencia HFT, que está dotado de una capacidad de resonancia o bien un condensador C1, y un puente de semiconductores D. La tensión de entrada y de salida del convertidor de resonancia 2 se encuentra en una relación fija entre sí, determinada por la relación de transformación del transformador. El convertidor de resonancia constituye con el puente de diodos D un circuito HF.

De acuerdo con la invención, al convertidor de resonancia 2 está conectado de forma previa un regulador elevador 3. De manera alternativa, podrá estar preconectado también un regulador reductor.

50 El regulador elevador sirve para la adecuación de la tensión, partiendo de las oscilaciones de tensión del generador fotovoltaico que, en base a diferentes circunstancias de funcionamiento (radiación solar, temperatura...), se pueden presentar por diferentes disposiciones del generador o por adecuaciones dinámicas a diferentes valores máximos de la tensión de red.

55 El regulador elevador comprende una reactancia en serie L, un elemento de conmutación T3 y un diodo D3, que están dispuestos en paralelo con respecto al circuito de semipunte, así como a un circuito en serie de dos condensadores C3, C4. La capacidad de los condensadores C3, C4 es, en este caso, superior a la capacidad de resonancia (condensador C1).

60 El regulador elevador funciona en un rango de tensiones de entrada  $U_0$  de 150 voltios hasta 350 voltios. La tensión  $U_1$  existente después del regulador elevador asciende aproximadamente a 350 voltios. La tensión  $U_2$  a la salida del convertidor de resonancia asciende de modo correspondiente a 350 voltios. Para tensiones de entrada superiores a 350 voltios el regulador elevador no será sincronizado y las tensiones  $U_1$  y  $U_2$  aumentaran proporcionalmente con  $U_0$ .

65

El convertidor resonante CC/CC 2 será accionado con el circuito unidireccional mostrado en la figura 1. Otras disposiciones de conexión son también posibles para un funcionamiento direccional.

5 El regulador elevador 3 y el convertidor de resonancia 2 son accionados de manera síncrona para reducir carga de corriente efectiva en los condensadores.

La figura 2 muestra la tensión del transformador 5 y la corriente del transformador 6 con la duración de periodo  $T=1/f_{conm.}$ , de manera que  $f_{conm.}$  es la frecuencia de conmutación del circuito HF.

10 De manera preferente, la frecuencia de sincronización del circuito en semipunte se encuentra por debajo de la frecuencia de resonancia que se produce por la inductividad de dispersión del transformador y la capacidad de resonancia en serie.

15 El transformador HFT está constituido, tal como se muestran en las figuras 3 y 4, como transformador plano 10. Éste presenta un arrollamiento primario 11 y un arrollamiento secundario 12 que están dispuestos sobre una placa conductora 13 o bien dos placas conductoras 14 y 15 (figura 4). La disposición de placas conductoras está unida con intermedio de dos láminas aislantes conductoras del calor con un cuerpo de aluminio fundido 16. Sobre las placas conductoras 14 y 15 están montados los semiconductores de potencia, en especial, en forma de componentes SMD.

20 La figura 5 muestra una variante del circuito en la que el condensador de corriente de carga C1 no existe y la capacidad de resonancia es introducida en el circuito CC en forma de C5 y C6. Los condensadores C3 y C4 con capacidad relativamente más grande, se cambiarán por un condensador único C12. En disposición paralela, se han dispuesto dos condensadores en resonancia más pequeños C5, C6 con capacidad más reducida. Este circuito tiene, por una parte, la ventaja de que la suma de corrientes de condensadores es menor y, de esta manera, se pueden  
25 reducir sensiblemente los costes de los condensadores y, por otra parte, se pueden reducir las pérdidas de conexión de forma notable.

30 En el circuito, según la figura 5, las pérdidas de conexión son menores que en el circuito según la figura 1, puesto que la corriente de magnetización del transformador, durante el tiempo de liberación en el que ambos conmutadores están abiertos, provoca la descarga de las capacidades de conmutación parásitas y, de esta manera, la tensión de conmutación antes de la nueva conmutación de S1 ó S2 al valor de la tensión del condensador de resonancia correspondiente se reduce con reducción de la mitad de la tensión del circuito intermedio.

35 En el circuito según la figura 1, por el contrario, las capacidades de conmutación parásitas de S1 y S2, durante el tiempo de liberación antes de la nueva conmutación, se descargan solamente en el valor de la capacidad de resonancia C1, de manera que las pérdidas por conmutación son más elevadas de modo correspondiente.

Lista de referencias:

40	1	Ondulador
	2	Convertidor de resonancia
	3	Regulador elevador
	4	Regulador reductor
	5	Tensión del transformador
45	6	Corriente del transformador
	10	Transformador plano
	11	Arrollamiento primario
	12	Arrollamiento secundario
	13-15	Placas conductoras
50	HFT	Transformador HFT
	S1, S2	Conmutador de semiconductores
	D	Puente de semiconductores
	L	Inductancia en serie
55	C <sub>red</sub>	Condensador a la entrada del puente de red
	NB	Puente de red

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Ondulador con separación galvánica y una entrada de CC para conexión de un generador fotovoltaico y una salida para alimentación a una red con un puente de red (NB), en el que:
- 5 a) un convertidor de resonancia (2) con un regulador elevador (3) o un regulador reductor para adaptación de voltaje a fluctuaciones del voltaje del generador fotovoltaico se encuentra presente en la entrada de CC,
  - 10 b) el convertidor de resonancia funciona en un punto de funcionamiento constante independientemente del voltaje de entrada, de manera que este punto de funcionamiento es ajustado por el convertidor elevador o el convertidor reductor en un intervalo de tensión de entrada.
- 15 2. Ondulador, según la reivindicación 1, caracterizado porque solamente un regulador elevador (3) está conectado de forma previa al convertidor de resonancia.
3. Ondulador, según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el ondulator está constituido como ondulator monofásico.
- 20 4. Ondulador, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el convertidor de resonancia presenta un circuito en semipunto electrónico de potencia (S1, S2), una capacidad de resonancia en serie (C1) y un transformador de alta frecuencia HFT.
- 25 5. Ondulador, según la reivindicación 4, caracterizado porque la frecuencia de sincronización del circuito en semipunto se encuentra por debajo de la frecuencia de resonancia, que se produce por la inductividad de dispersión del transformador y la capacidad de resonancia (C1).
- 30 6. Ondulador, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el control síncrono del regulador elevador (3) y del convertidor de resonancia (2).
- 35 7. Ondulador, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el regulador elevador (3) es accionado en régimen discontinuo.
8. Ondulador, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el regulador elevador (3) es accionado con frecuencia de sincronización variable.
9. Ondulador, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el transformador está constituido en forma de transformador plano (10).
- 40 10. Ondulador, según la reivindicación 9, caracterizado porque la inductividad de dispersión del transformador plano es incrementada por la introducción de un núcleo de reactancia con intersticio de aire, que está arrollado solamente con el arrollamiento primario o solamente con el arrollamiento secundario.
- 45 11. Ondulador, según la reivindicación 9, caracterizado porque comprende un cuerpo de fundición (16) que tiene superficies de contacto para acoplamiento térmico escalonadas de modo tal que se pueden acoplar el transformador plano y dos paneles de circuito solapados.
- 50 12. Ondulador, según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque el transformador plano está dotado de dos placas conductoras solapadas (14, 15).
13. Ondulador, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque un proceso de control acciona el convertidor elevador solamente cuando el voltaje del circuito intermedio en el condensador  $C_{red}$  es menor que la requerida para la alimentación a la red en el punto de funcionamiento instantáneo.
- 55 14. Ondulador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las capacidades de resonancia (C5 y C6) están dispuestas en el circuito CC.
- 60 15. Ondulador, según la reivindicación 14, caracterizado porque un condensador filtro grande (C12) para CC está dispuesto paralelamente a las capacidades de resonancia (C5 y C6).

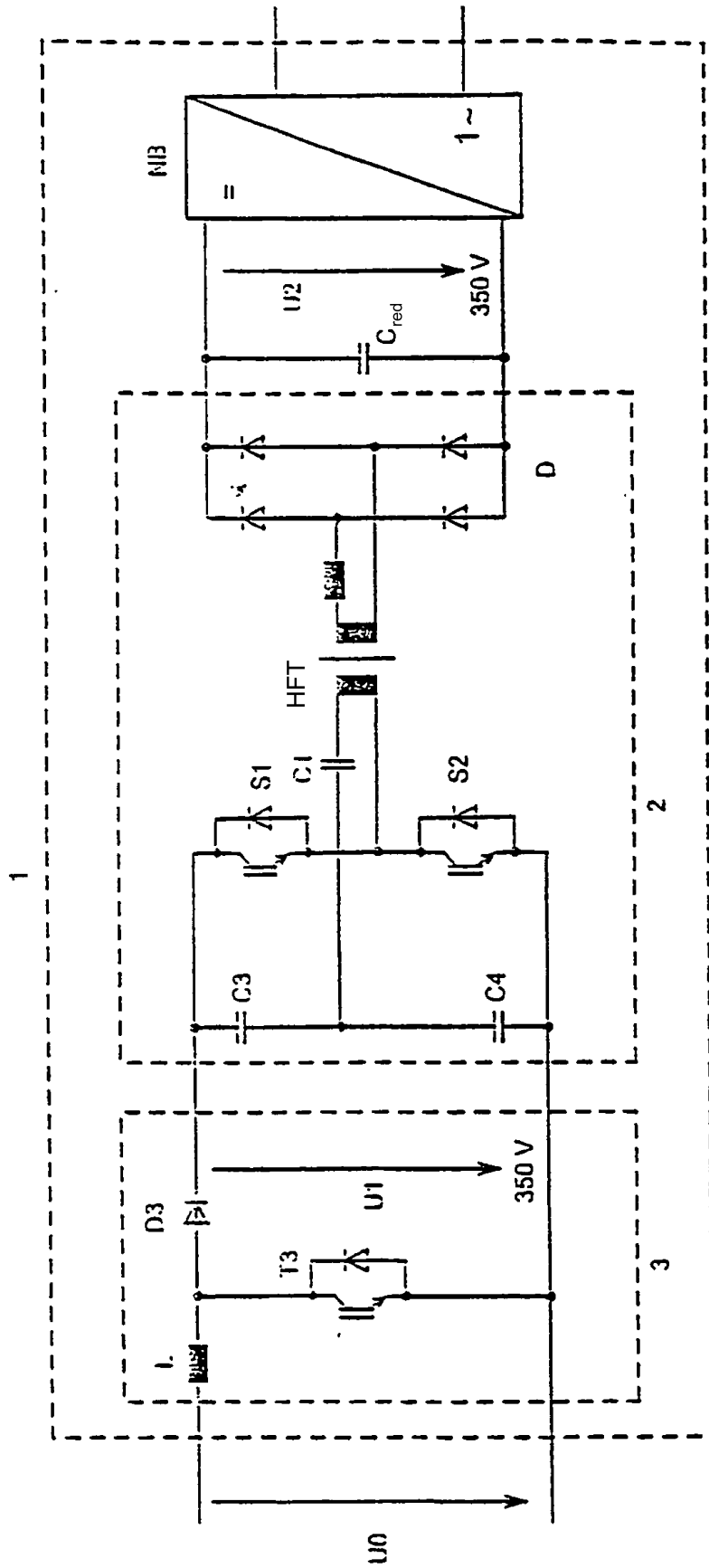


Fig. 1

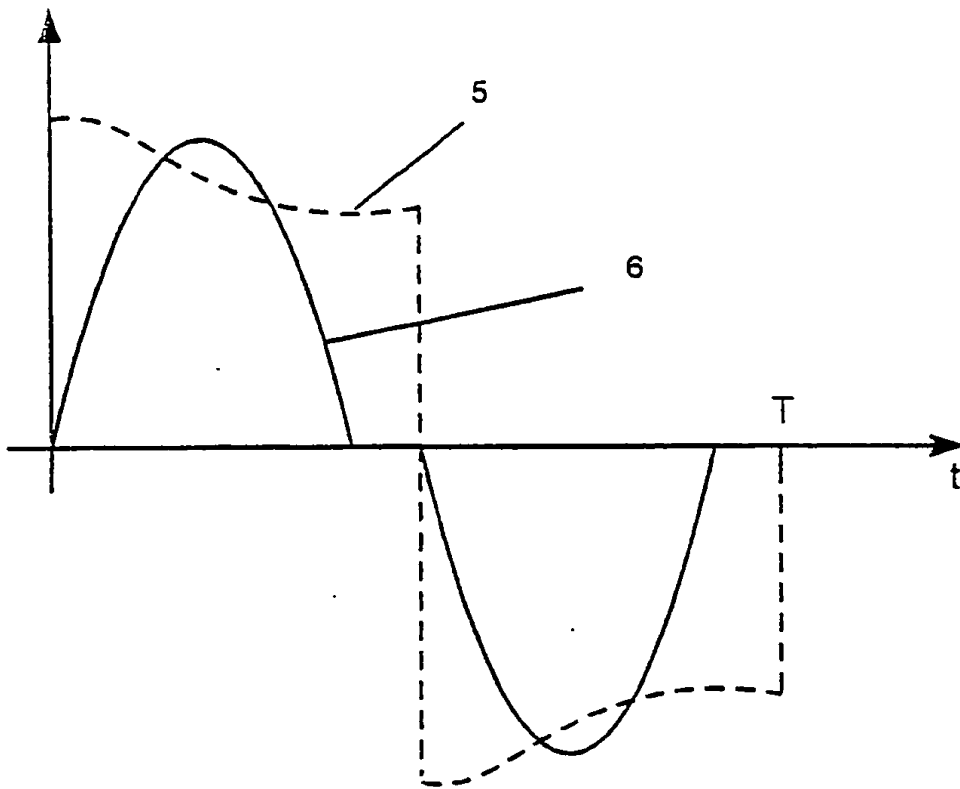


Fig. 2

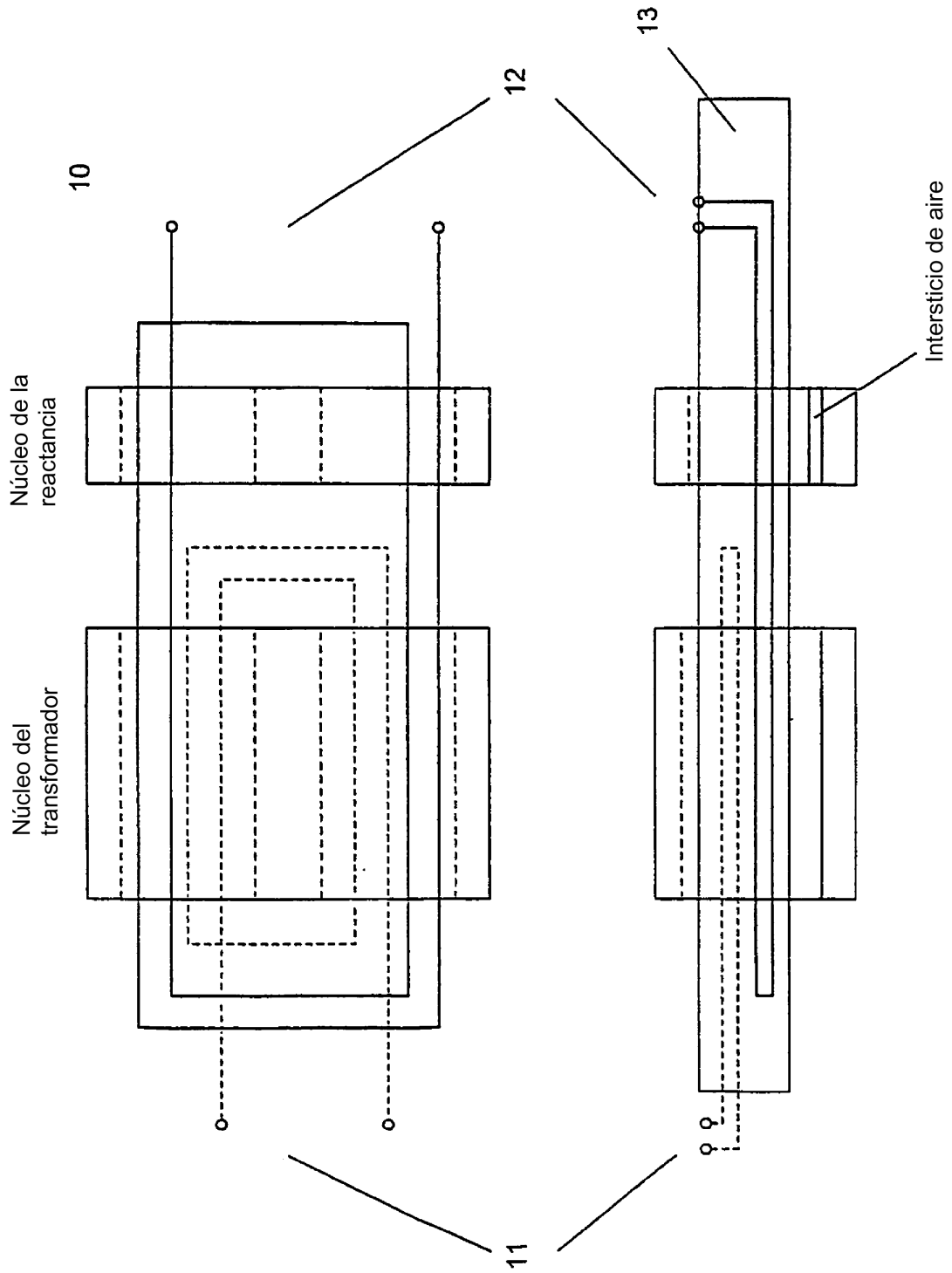


Fig. 3



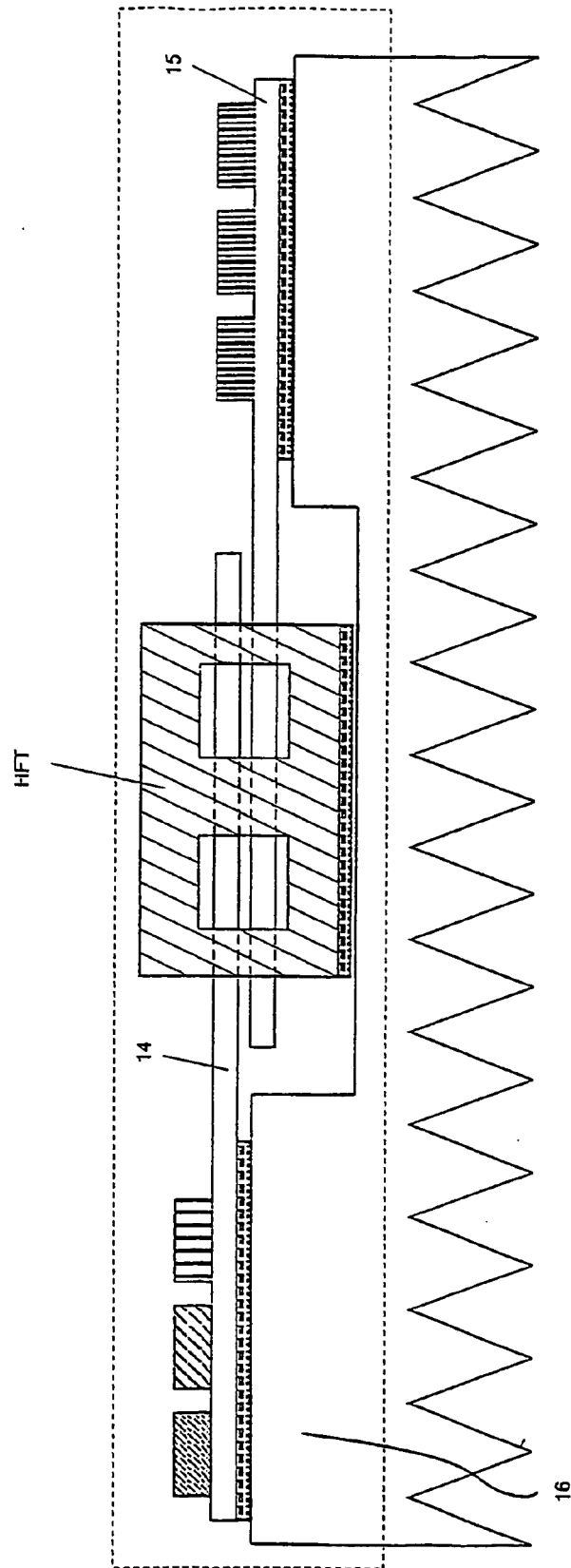


Fig. 4

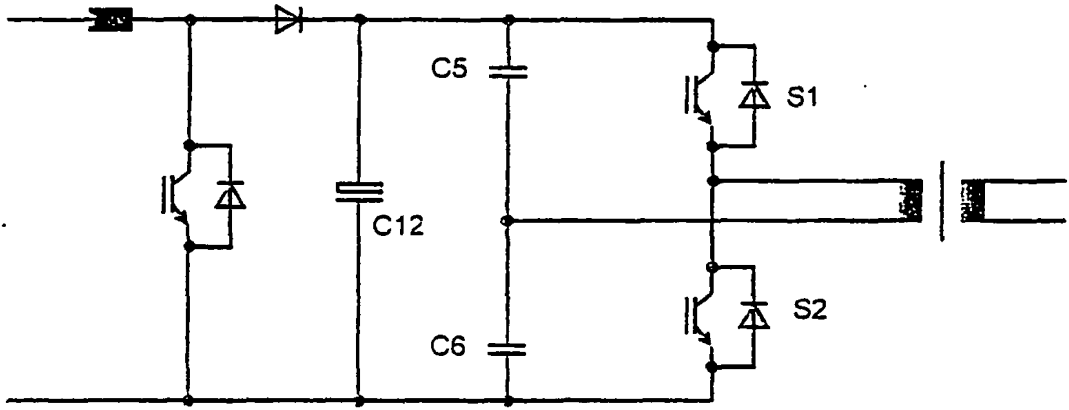


Fig. 5