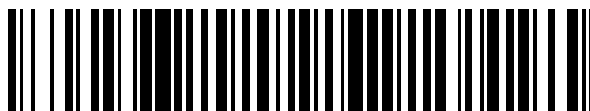


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 248**

51 Int. Cl.:

**H05B 6/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2010** **E 10196432 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2013** **EP 2341757**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de determinación de una potencia mínima continua inducida, en particular en un aparato de cocción por inducción**

30 Prioridad:

**31.12.2009 FR 0959687**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.10.2013**

73 Titular/es:

**FAGORBRANDT SAS (100.0%)**  
**7, rue Henri Becquerel**  
**92500 Rueil Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**GOUMY, CÉDRIC y**  
**ALIROL, ETIENNE**

74 Agente/Representante:

**IGARTUA IRIZAR, Ismael**

ES 2 426 248 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).

## DESCRIPCION

Procedimiento y dispositivo de determinación de una potencia mínima continua inducida, en particular en un aparato de cocción por inducción

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de determinación de una potencia mínima continua inducida en un recipiente asociado a medios de inducción.

10 También se refiere a un dispositivo de determinación adaptado para poner en práctica el procedimiento de determinación, así como a un aparato de cocción por inducción adaptado para integrar un dispositivo de este tipo de determinación de una potencia mínima continua.

15 Más particularmente, la presente invención se refiere al campo de los aparatos de cocción por inducción en los que cada zona o área de cocción se dirige por un sólo elemento de potencia integrado en un dispositivo inversor de alimentación.

20 Un dispositivo inversor de alimentación de este tipo se describe concretamente en el documento WO 2007/042315 en el que los medios de inducción integrados en un circuito resonante están alimentados a partir de un dispositivo inversor de alimentación que comprende un interruptor, de tipo de un transistor de tensión controlada, conocido con la denominación IGBT (acrónimo del término en inglés "*Insulated Gate Bipolar Transistor*"), montado en serie con el circuito resonante.

Este interruptor está montado a su vez en paralelo con un diodo de rueda libre.

25 Un dispositivo inversor de alimentación de este tipo funciona según una frecuencia de conmutación del interruptor, correspondiente a un periodo de control T.

30 Este interruptor también está asociado a una relación cíclica de conducción  $\Delta$ ,  $\Delta$  inferior a 1, definida de tal manera que el interruptor se conmuta a la posición de encendido ON durante una duración  $\Delta T$  del periodo de control T. Esta duración  $\Delta T$  corresponde así al periodo de conducción del interruptor y del diodo de rueda libre para cada periodo de control T.

35 Al modificar la frecuencia de conmutación del dispositivo inversor de alimentación, es posible ajustar la potencia instantánea suministrada por los medios de inducción a un recipiente de cocción.

En un aparato de cocción por inducción de este tipo, la potencia instantánea inducida en un recipiente está limitada por una potencia máxima continua y una potencia mínima continua relacionadas con el funcionamiento del interruptor de potencia, de tipo IGBT.

40 En particular, la potencia máxima continua que puede inducirse en un recipiente dado está limitada por la tensión máxima admisible entre los bornes del interruptor.

45 Por otro lado, la potencia mínima continua que puede inducirse en el recipiente también está limitada por la topología del interruptor.

En efecto, al final del periodo de conducción del interruptor, la corriente que circula en el circuito resonante alimentado por el dispositivo inversor de alimentación oscila libremente hasta el próximo encendido del interruptor, es decir hasta el comienzo del próximo periodo de conmutación.

50 Mientras que esta corriente sea suficientemente importante, la tensión en los bornes del interruptor se anula y el diodo de rueda libre se vuelve pasante al comienzo del periodo de conmutación.

A la inversa, si la corriente es demasiado pequeña, la tensión en los bornes del interruptor permanece positiva y el diodo de rueda libre se bloquea al comienzo del periodo de conmutación.

55 En este caso, se observa un pico de corriente en el interruptor, debido a la descarga del condensador de resonancia previsto en el circuito resonante.

60 Los métodos actuales que permiten determinar la potencia mínima continua que puede inducirse en un recipiente asociado a medios de inducción consisten en determinar la frecuencia de conmutación a la que la corriente que circula en el diodo de rueda libre es sustancialmente nula al comienzo de un periodo de conmutación del interruptor.

Así, la potencia mínima continua corresponde a una frecuencia de conmutación a la que el diodo de rueda libre ya no conduce o lo hace muy débilmente durante el periodo de conducción del interruptor.

65

No obstante, si esta potencia mínima continua es superior al valor de potencia de consigna demandada, la alimentación de potencia del recipiente debe recortarse en el tiempo con el fin de lograr de media la potencia de consigna demandada.

- 5 Este recorte en el tiempo de la alimentación de potencia del recipiente lo percibe mal el usuario que constata un calentamiento a trompicones del contenido del recipiente.

Por otro lado, este recorte genera un nivel de ruido importante a nivel del control de funcionamiento del dispositivo inversor de alimentación.

- 10 La presente invención tiene como objetivo de resolver los inconvenientes citados anteriormente y proponer un procedimiento de determinación de una potencia mínima continua inducida en un recipiente, que permita reducir el valor de la potencia mínima continua que puede inducirse en un recipiente asociado a medios de inducción.

- 15 Para ello, la presente invención se refiere a un procedimiento de determinación de una potencia mínima continua inducida en un recipiente asociado a medios de inducción, estando los medios de inducción integrados en un circuito resonante alimentado por un dispositivo inversor de alimentación que comprende un interruptor montado en serie con el circuito resonante y un diodo de rueda libre montado en paralelo con el interruptor, controlándose el interruptor a una frecuencia de conmutación.

- 20 Según la invención, el procedimiento de determinación comprende las siguientes etapas:

- medir una corriente que circula en el interruptor y el diodo de rueda libre;

- 25 - variar la frecuencia de conmutación dentro de un rango de frecuencias predeterminado; y

- seleccionar una frecuencia de conmutación máxima cuando el valor de la corriente medida al comienzo de un periodo de conmutación del interruptor es sustancialmente igual a un valor umbral máximo predeterminado, admisible en el interruptor.

- 30 Este procedimiento de determinación de la potencia mínima continua permite aprovechar la capacidad que tiene el interruptor de potencia, de tipo IGBT, para soportar picos de corriente importantes, mientras que estos picos de corriente que circulan en el interruptor y el diodo de rueda libre están limitados en el tiempo.

- 35 Así, el valor umbral máximo elegido corresponde a un pico de corriente admisible en el interruptor, es decir que no provoca la destrucción de los componentes electrónicos. Tolerando que el valor de la corriente medida al comienzo de un periodo de conmutación del interruptor pueda alcanzar este valor umbral máximo predeterminado, puede seleccionarse así una frecuencia de conmutación máxima, correspondiente a una potencia mínima continua inducida en un recipiente.

- 40 Este periodo mínimo continuo será más pequeño que las potencias mínimas continuas inducidas en el estado de la técnica.

En la práctica, el valor umbral máximo admisible es superior o igual a 40 A, y preferiblemente superior a 60 A.

- 45 Estos valores de pico de corriente admisible en el interruptor están bien adaptados a la topología de los interruptores de tipo IGBT puestos en práctica en un dispositivo inversor de alimentación asociado a medios de inducción para calentar un recipiente.

- 50 Más precisamente, al comienzo de un periodo de conmutación del interruptor, la corriente que circula en el diodo de rueda libre es sustancialmente nula para una primera frecuencia de conmutación, y la frecuencia de conmutación máxima es superior a la primera frecuencia de conmutación.

- 55 Así, la frecuencia de conmutación máxima es superior a la primera frecuencia de conmutación para la que la corriente que circula en el diodo de rueda libre es sustancialmente nula.

La potencia mínima continua es así más pequeña que la potencia mínima continua admitida en el estado de la técnica, correspondiente a la primera frecuencia de conmutación.

- 60 Correlativamente, la presente invención también se refiere a un dispositivo de determinación de una potencia mínima continua inducida en un recipiente asociado a medios de inducción, estando los medios de inducción integrados en un circuito resonante alimentado por un dispositivo inversor de alimentación que comprende un interruptor montado en serie con el circuito resonante y un diodo de rueda libre montado en paralelo con el interruptor, controlándose el interruptor a una frecuencia de conmutación.

65

Según la invención, este dispositivo de determinación comprende:

- medios para medir una corriente que circula en el interruptor y el diodo de rueda libre;

5 - medios para variar la frecuencia de conmutación dentro de un rango de frecuencias predeterminado; y

- medios para seleccionar una frecuencia de conmutación máxima cuando el valor de la corriente medida al comienzo de un periodo de conmutación del interruptor es sustancialmente igual a un valor umbral máximo predeterminado admisible en el interruptor.

10 Este dispositivo de determinación presenta ventajas y características similares a las descritas anteriormente en relación con el procedimiento de determinación que pone en práctica.

15 En la práctica, los medios de medición de la corriente están asociados con medios de detección de un pico de dicha corriente.

De manera ventajosa, los medios de detección comprenden un diodo Zener montado en paralelo a un transformador de corriente, siendo la tensión en la salida del transformador de corriente representativa del valor de la corriente que circula en el interruptor y el diodo de rueda libre.

20 Preferiblemente, la tensión de avalancha del diodo Zener es sustancialmente igual al valor de la tensión en la salida del transformador de corriente para una corriente sustancialmente igual al valor umbral máximo predeterminado, admisible en el interruptor.

25 Finalmente, la presente invención también se refiere a un aparato de cocción por inducción, que comprende al menos un área de cocción asociada a medios de inducción, y que comprende un dispositivo de determinación según la invención.

30 En la práctica, este aparato de cocción por inducción comprende medios para controlar el dispositivo inversor de alimentación adaptado para controlar la frecuencia de conmutación dentro de un rango de funcionamiento comprendido entre una frecuencia de conmutación mínima correspondiente a una tensión máxima aplicable en los bornes del interruptor y dicha frecuencia de conmutación máxima.

35 Este aparato de cocción por inducción permite así inducir en un recipiente dado una potencia mínima continua de pequeños valores, y por ejemplo del orden de 250 W, en comparación con los valores clásicos, del orden de 400 W, observados en el estado de la técnica.

40 Esta potencia mínima continua más pequeña permite evitar o limitar enormemente el recorte en el tiempo de la alimentación de potencia de un recipiente, incluso para potencias de consigna pequeñas.

En particular, para una potencia de consigna de 250 W, el dispositivo inversor de alimentación puede inducir en continuo esta potencia en el recipiente.

45 Otras particularidades y ventajas se desprenden adicionalmente de la siguiente descripción.

En los dibujos adjuntos, facilitados a modo de ejemplos no limitativos:

50 - la figura 1 es una vista esquemática de un aparato de cocción por inducción adaptado para poner en práctica el procedimiento de determinación de una potencia mínima continua según la invención;

- la figura 2 es un esquema que ilustra un dispositivo inversor de alimentación de medios de inducción asociados a un recipiente;

55 - la figura 3 es una curva que ilustra las variaciones de los parámetros eléctricos en el dispositivo de la figura 2 controlado a una frecuencia de conmutación intermedia;

- la figura 4 es una vista similar a la figura 3, controlándose el dispositivo inversor de alimentación de la figura 2 a una primera frecuencia de conmutación;

60 - la figura 5 es una vista similar a la figura 4, controlándose el dispositivo inversor de alimentación de la figura 2 a una frecuencia de conmutación máxima, superior a dicha primera frecuencia de conmutación;

- la figura 6 es un esquema que ilustra un dispositivo de determinación de una potencia mínima continua según un modo de realización de la invención;

65

- la figura 7 es un cronograma que ilustra las tensiones en los bornes de los componentes del dispositivo de la figura 6, controlado a una frecuencia de conmutación mínima; y

- la figura 8 es una vista similar a la figura 7, controlándose el dispositivo de la figura 5 a una frecuencia de conmutación máxima.

En primer lugar se describe con referencia a la figura 1, un aparato de cocción por inducción adaptado para poner en práctica la presente invención.

A modo de ejemplo no limitativo, este aparato de cocción puede ser una placa cocción por inducción 10 que comprende al menos un área de cocción asociada a medios de inducción.

En este ejemplo, la placa de cocción 10 comprende cuatro áreas de cocción F1, F2, F3, F4, estando cada área de cocción asociada a medios de inducción que comprenden una o varias bobinas de inducción.

Esta placa de cocción 10 comprende de manera clásica una fase de potencia de una alimentación eléctrica 11, normalmente una alimentación de la red eléctrica.

A modo de ejemplo, la placa de cocción 10 se alimenta con 32 A, lo que puede proporcionar una potencia máxima de 7200 W a la placa de cocción 10, es decir una potencia de 3600 W por fase.

Se observa que los medios de inducción asociados a cada área de cocción F1, F2, F3, F4 pueden realizarse en la práctica a partir de una o varias bobinas en las que circula la corriente eléctrica, montadas en una fase de potencia.

Una tarjeta de control y de mando de potencia 12 permite soportar el conjunto de medios electrónicos e informáticos necesarios para el control de la placa de cocción 10, y concretamente para la determinación de una potencia mínima continua según el procedimiento que se describirá a continuación.

En la práctica, están previstas conexiones eléctricas 13 entre esta tarjeta de control y de mando de potencia 12 y cada área de cocción F1, F2, F3, F4.

De manera clásica, en una placa de cocción 10 de este tipo, el conjunto de medios de inducción y la tarjeta de control y de mando 12 están colocados bajo una superficie plana de cocción, por ejemplo realizada a partir de una placa de vitrocerámica.

Las áreas de cocción pueden identificarse además mediante una serigrafía enfrentada a las bobinas de inducción colocadas bajo la superficie de cocción.

Naturalmente, aunque se haya ilustrado un ejemplo de realización de placa de cocción en la que están predefinidas cuatro zonas de cocción que constituyen las áreas de cocción F1, F2, F3, F4 en el plano de cocción, la presente invención también se aplica a una placa de cocción que tiene un número variable o formas diferentes del área de cocción, o incluso, que presenta un plano de cocción sin zonas o áreas de cocción predefinidas, definiéndose estas últimas caso por caso mediante la posición del recipiente enfrentado a un subconjunto de bobinas de inducción dispuestas bajo el plan de cocción.

Finalmente, la placa de cocción 10 también comprende medios de control y de interfaz 14 con el usuario que permiten concretamente que el usuario controle la potencia y la duración del funcionamiento de cada área F1, F2, F3, F4.

En particular, el usuario puede, mediante los medios de control y de interfaz 14, asignar una potencia de consigna a cada área de cocción recubierta con un recipiente.

No es necesario describir con más detalle en este caso la estructura de una placa de cocción de este tipo y el montaje de medios de inducción.

En la figura 2 se ilustra un ejemplo de realización de un dispositivo inversor de alimentación adaptado para alimentar una de las áreas de cocción F1, F2, F3, F4, entendiéndose que cada área de cocción puede presentar el mismo esquema de alimentación.

En este esquema, una inductancia L representa a la vez la inductancia de los medios de inducción y la del recipiente que va a calentarse colocado enfrentado.

El sistema constituido por el recipiente y los medios de inducción del área puede esquematizarse así mediante una inductancia L montada en serie con una resistencia R, que caracteriza principalmente la resistencia del recipiente.

El circuito resonante también comprende un condensador C montado en paralelo con la inductancia L y la resistencia R.

5 El circuito resonante así constituido se alimenta por un dispositivo inversor de alimentación que comprende en este caso un único interruptor o elemento de potencia.

Este interruptor es por ejemplo un interruptor del tipo de un transistor de tensión controlada, denominado a continuación en la descripción interruptor IGBT (acrónimo del término en inglés "*Insulated Gate Bipolar Transistors*").

10 Este interruptor IGBT se monta en serie con el circuito resonante L, R, C, y un diodo de rueda libre D se monta en paralelo al interruptor IGBT.

15 El montaje de un dispositivo inversor de alimentación de este tipo, que comprende el interruptor IGBT y el diodo de rueda libre D, y controlado según una frecuencia de conmutación (o periodo de control) se utiliza comúnmente en el campo de los aparatos de cocción por inducción y no es necesario describirlo con más detalle en este caso.

En particular, el dispositivo inversor de alimentación se controla mediante la frecuencia de conmutación, que puede variar dentro de un rango de funcionamiento.

20 Este rango de funcionamiento se define, por una parte, mediante una frecuencia de conmutación mínima, correspondiente a una potencia máxima continua, que puede inducirse en el recipiente.

Esta potencia máxima continua está limitada por la tensión máxima que puede admitirse en los bornes del interruptor IGBT, entre el colector y el emisor de este interruptor.

25 Por otra parte, el rango de funcionamiento está limitado por una frecuencia de conmutación máxima tal como la determinada mediante el procedimiento de determinación según la invención descrito más adelante.

30 Los medios de control del dispositivo inversor de alimentación pueden estar integrados en la tarjeta de control y de mando de potencia 12 de la placa de cocción 10.

Con referencia a la figura 3, va a describirse el funcionamiento del dispositivo inversor de alimentación que tiene un interruptor IGBT único.

35 En la figura 3, las corrientes en el interruptor IGBT y el diodo de rueda libre D se ilustran en trazo continuo y las corrientes en la inductancia L y la resistencia R se esquematizan en trazo discontinuo.

40 Al comienzo del periodo de control del IGBT, es decir en la conmutación del interruptor IGBT (instante  $t_{\text{encendido}}$  correspondiente al encendido del interruptor IGBT), el diodo de rueda libre D es pasante y una corriente negativa circula en la inductancia L, la resistencia R y el diodo de rueda libre D.

Durante una segunda parte del periodo de conducción del interruptor IGBT, el interruptor IGBT se vuelve pasante y una corriente positiva circula en la inductancia L, la resistencia R y el interruptor IGBT.

45 Después, al final del periodo de conducción del interruptor IGBT (instante  $t_{\text{apagado}}$  correspondiente al apagado del interruptor IGBT), el diodo de rueda libre D y el interruptor IGBT se bloquean de tal modo que la corriente circula en la inductancia L, la resistencia R y el condensador de resonancia C.

50 Así, para cada periodo de control T, el interruptor IGBT y el diodo de rueda libre D conducen la corriente durante un periodo de conducción  $\Delta T$ , función de la relación cíclica  $\Delta$ , característica del interruptor IGBT, y del periodo de control T.

55 En la figura 3 se ilustra, para un recipiente dado, un ejemplo de funcionamiento del dispositivo inversor de alimentación en el que la frecuencia de conmutación es igual a 33 kHz.

Tal como se ilustra bien mediante la curva de trazo mixto, la tensión en los bornes del interruptor IGBT es próxima a 1200 V, correspondiente en este caso a una tensión máxima admitida en los bornes del interruptor IGBT.

60 La corriente que circula en la inductancia L es por tanto máxima y permite anular la tensión en los bornes del interruptor IGBT.

Por consiguiente, al comienzo del periodo de conmutación, una corriente circula en el diodo de rueda libre D en el instante en el que la tensión en los bornes del interruptor IGBT se anula.

65 A la frecuencia de conmutación ilustrada en la figura 3, próxima a 33 kHz, siendo máxima la corriente que circula en

la inductancia L, la potencia inducida en el recipiente es próxima a la potencia continua máxima que puede inducirse en el recipiente, en este caso del orden de 1100 W (curva en trazo discontinuo-cuadrados).

5 En la figura 4 se ilustran curvas similares a las de la figura 3, aumentándose la frecuencia de conmutación, y por ejemplo, siendo sustancialmente igual a 45 kHz.

Tal como se ilustra bien en la figura 4, esta frecuencia de conmutación corresponde así a una primera frecuencia de conmutación a la que la corriente que circula en el sistema es justo lo suficiente para anular la tensión en los bornes del interruptor IGBT.

10 Se constata entonces en la figura 4 que la corriente que circula en el diodo de rueda libre D se vuelve casi nula en el instante en el que la tensión en los bornes del interruptor IGBT se anula.

La potencia continua inducida en el recipiente es entonces en este caso sustancialmente igual a 400 W.

15 Esta potencia continua inducida corresponde así a una primera frecuencia de conmutación para la que el diodo de rueda libre D ya no conduce al comienzo del periodo de conmutación, pero en la que la tensión en los bornes del interruptor IGBT es sustancialmente nula.

20 La presente invención tiene como objetivo disminuir esta potencia continua admitida en el recipiente tolerando un pico de corriente en el interruptor IGBT al comienzo del periodo de conmutación.

En efecto, el interruptor IGBT puede soportar picos de corriente importantes dado que este pico de corriente está limitado en el tiempo.

25 En la figura 5 se ilustra, de manera similar a las figuras 3 y 4 descritas anteriormente, el comportamiento del sistema de la figura 2 cuando la frecuencia de conmutación se aumenta por encima de la primera frecuencia de conmutación descrita con referencia a la figura 4.

30 En este ejemplo, y de manera no limitativa, la frecuencia de conmutación es sustancialmente igual a 48 kHz.

Tal como se ilustra bien en la figura 5, la corriente que circula en la inductancia L es demasiado pequeña para anular la tensión en los bornes del interruptor IGBT.

35 Por consiguiente, al comienzo del periodo de conmutación, en el encendido del interruptor IGBT, la tensión en los bornes del IGBT no es nula de tal modo que un pico de corriente circula en el interruptor IGBT, permaneciendo nula la corriente que circula en el diodo de rueda libre D.

En el ejemplo ilustrado en la figura 5, el pico de corriente es sustancialmente igual a 60 A.

40 Naturalmente, el valor del pico de corriente admisible en el interruptor IGBT depende de las características del interruptor IGBT, y concretamente de su capacidad para tolerar una sobreintensidad importante.

45 En el ejemplo de la figura 5, tolerando un pico de corriente de 60 A en el interruptor IGBT al comienzo del periodo de conmutación es posible controlar el sistema a una frecuencia de conmutación de 48 kHz que permite inducir en el recipiente una potencia continua pequeña, del orden de 250 W.

Así, tolerando un pico de corriente en el interruptor IGBT es posible disminuir la potencia mínima continua admisible en el recipiente.

50 De esta manera se extiende el rango de funcionamiento del dispositivo inversor de alimentación, de un único interruptor IGBT, dado que la potencia mínima continua inducida en el recipiente asociado a los medios de inducción disminuye.

55 La reducción de la potencia mínima continua permite obtener a pequeñas potencias de consigna una cocción continua en el recipiente.

Así, cuando la potencia de consigna se fija a 250 W el sistema puede proporcionar en continuo una potencia de 250 W. Si la potencia mínima continua es de 400 W, ésta debe recortarse en el tiempo para lograr de media la potencia de consigna de 250 W.

60 Limitando el recorte en el tiempo del funcionamiento del dispositivo inversor de alimentación se reduce el nivel de ruido.

65 Finalmente, el calentamiento en continuo a una potencia pequeña, del orden de 250 W, lo percibe mejor el usuario que no se ve confrontado a un calentamiento a trompicones del contenido del recipiente.

Ahora va a describirse con referencia a la figura 6, un ejemplo de realización de un dispositivo de determinación de una potencia mínima continua asociada a un dispositivo de alimentación tal como se ilustró anteriormente en la figura 2.

Este dispositivo de determinación comprende en particular medios de medición de la corriente  $i$  que circula en el interruptor IGBT y el diodo de rueda libre D.

En este modo de realización, estos medios de medición de la corriente se realizan por medio de un transformador de corriente 50.

Naturalmente, pueden utilizarse otros medios de medición de corriente, y concretamente una desviación.

En el ejemplo ilustrado en la figura 6, el valor de la tensión en los bornes de una resistencia de carga R1, colocada en la salida del transformador de corriente 50, corresponde a la imagen de la corriente  $i$  que circula en el interruptor IGBT o el diodo de rueda libre D.

Estos medios de medición 50 están asociados con medios 60 para detectar un pico de la corriente  $i$  que circula en el interruptor IGBT.

Estos medios de detección 60 comprenden concretamente un diodo Zener montado en paralelo al transformador de corriente 50.

La tensión de avalancha del diodo Zener D1 es sustancialmente igual al valor de la tensión en la salida del transformador de corriente 50 cuando la corriente que circula en el interruptor IGBT es sustancialmente igual a un valor umbral máximo predeterminado, admisible en el interruptor IGBT.

Naturalmente, este diodo Zener D1 podrá sustituirse por un diodo Transil® en los medios de detección 60 del pico de corriente.

Los medios de detección 60 comprenden, además, un segundo diodo D2 montado en serie con el diodo Zener D1 y en oposición por respecto al diodo Zener D1.

Estos medios de detección 60, que forman así un circuito en paralelo con el transformador de corriente 50, comprenden una resistencia R2, montada en serie con los dos diodos D1, D2. La tensión en los bornes de la resistencia R2 puede medirse y dirigirse a medios de control, normalmente realizados por un microprocesador 70.

La tensión en los bornes de la resistencia R2 se mide por ejemplo por el microprocesador 70. En este caso, se utiliza el nivel lógico reenviado por la tensión presente en los bornes de la resistencia R2: cuando es inferior a 2,5 voltios, el microprocesador 70 detecta un nivel lógico igual a 0. Cuando la tensión en los bornes de la resistencia R2 es superior a 2,5 voltios, el microprocesador 70 detecta un nivel lógico igual a 1.

Ahora va a describirse el funcionamiento de los medios de detección 60 de un pico de la corriente que circula en el interruptor IGBT y el diodo de rueda libre D, es decir, la detección de una corriente  $i$  cuyo valor es sustancialmente igual al valor umbral máximo predeterminado, correspondiente al valor de corriente admisible en el interruptor IGBT.

Este valor umbral máximo predeterminado es estrictamente positivo, y al menos superior o igual a 10 A.

Para interruptores IGBT clásicos, este valor umbral máximo predeterminado es superior o igual a 40 A, y preferiblemente superior a 60 A.

En efecto, tolerando un valor umbral máximo importante en el interruptor IGBT, es posible aumentar la frecuencia de conmutación de una manera significativa, y así, disminuir significativamente la potencia mínima continua inducida en el recipiente asociado a los medios de inducción.

Así, cuando el diodo de rueda libre es pasante, y cuando circula una corriente en este diodo de rueda libre D, la tensión en los bornes de la resistencia de carga R1 es negativa.

Teniendo en cuenta el montaje del diodo D2 en los medios de detección 60, este diodo D2 es bloqueante de tal modo que la tensión en los bornes de la resistencia R2 montada en serie es nula.

Cuando el interruptor IGBT es pasante, la tensión en los bornes de la resistencia de carga R1 es positiva.

Mientras que el valor de la corriente en el interruptor IGBT sea inferior al valor umbral máximo predeterminado, el diodo Zener D1 se bloquea debido a la elección específica de su tensión de avalancha tal como se describió

anteriormente.

En este caso, la tensión en los bornes de la resistencia R2 también es nula.

- 5 En cambio, cuando el valor de la corriente  $i$  que circula en el interruptor IGBT alcanza el valor umbral máximo predeterminado, la tensión en los bornes de la resistencia de carga R1 se vuelve superior a la tensión de avalanche del diodo Zener D1.

El diodo D1 conduce entonces la corriente, volviéndose la tensión en los bornes de la resistencia R2 positiva, y en el ejemplo de realización descrito, superior a 2,5 voltios.

- 10 Así, el microprocesador 70, a partir de la tensión en los bornes de la resistencia R2, puede detectar el pico de corriente en el interruptor IGBT, correspondiente a un valor de corriente que logra el valor umbral máximo predeterminado.

- 15 El microprocesador 70 puede controlar así la variación de la frecuencia de conmutación a través de medios de control del dispositivo inversor de alimentación, y seleccionar la frecuencia de conmutación máxima, correspondiente en este caso a la aparición de una tensión en los bornes de la resistencia R2.

- 20 En la figura 7 se ilustra la imagen de la tensión en los bornes de la resistencia de carga R1 y en los bornes de la resistencia R2 de los medios de detección 60 mientras que la tensión en los bornes de la resistencia de carga R1 sigue siendo inferior a la tensión de avalanche del diodo Zener D1.

Por otro lado, en la figura 8 se ilustran los mismos parámetros cuando la tensión en los bornes de la resistencia de carga R1 supera la tensión de avalanche del diodo Zener D1.

- 25 Así, tal como se ilustra bien en esta figura 8, el pico de tensión observado en los bornes de la resistencia de carga R1 se traduce en una tensión positiva en los bornes de la resistencia R2 de los medios de detección 60, lo que permite así vigilar la aparición de este pico de corriente en el interruptor IGBT.

- 30 Se observa en particular que el pico de corriente observado en el interruptor IGBT en el encendido del mismo es independiente del recipiente colocado enfrente a los medios de inducción.

En efecto, este pico de corriente se debe a la descarga del condensador C en el circuito de resonancia.

- 35 Así, el valor umbral máximo predeterminado admisible en el interruptor IGBT puede memorizarse en el aparato de cocción y utilizarse de manera válida con cualquier recipiente colocado enfrente a los medios de inducción, con el fin de determinar la potencia mínima continua inducida en este recipiente.

- 40 En la práctica, en un aparato de cocción por inducción como el ilustrado en la figura 1, cuando se detecta un nuevo recipiente con respecto a una de las áreas F1, F2, F3, F4, el aparato de cocción por inducción está adaptado para poner en práctica el procedimiento de determinación de la potencia mínima continua admisible en este recipiente según el procedimiento descrito anteriormente.

- 45 Así, la corriente en el interruptor IGBT y el diodo de rueda libre D se vigila gracias a los medios de detección 60 ilustrados en la figura 6, variando la frecuencia de conmutación dentro de un rango de frecuencia predeterminado.

En el ejemplo descrito anteriormente, la frecuencia de conmutación varía así dentro de un rango comprendido sustancialmente entre 30 kHz y 50 kHz.

- 50 Los medios de variación de la frecuencia de conmutación están integrados en los medios de control del dispositivo inversor de alimentación.

- 55 Haciendo variar la frecuencia de conmutación y vigilando el valor de la corriente medida en el interruptor IGBT, mediante comparación con el valor umbral máximo predeterminado, es posible seleccionar la frecuencia de conmutación máxima correspondiente a un pico de corriente admisible en el interruptor IGBT.

- 60 En particular, se observa que la frecuencia de conmutación se aumenta progresivamente por encima de la primera frecuencia de conmutación, correspondiente a una frecuencia de conmutación para la que la corriente que circula en el diodo de rueda libre D es sustancialmente nula en el momento en el que la tensión en los bornes del interruptor IGBT se anula.

- 65 Cuando el procedimiento de determinación según la invención ha permitido determinar el valor de la frecuencia de conmutación máxima se pone en práctica una etapa de memorización del valor de la frecuencia de conmutación máxima, de modo que se tenga en cuenta en un procedimiento de control de la potencia proporcionada por los medios de inducción del recipiente, en función de una potencia de consigna.

En particular, mientras que la potencia de consigna sigue siendo superior a la potencia mínima continua que puede inducirse en el recipiente, es posible proporcionar esta potencia en continuo.

- 5 En cambio, si la potencia de consigna se vuelve inferior a la potencia mínima continua determinada en relación con la frecuencia de conmutación máxima, la alimentación de potencia del recipiente debe entonces recortarse en el tiempo para lograr de media la potencia de consigna demandada.

- 10 Gracias a la invención, disminuyendo la potencia mínima continua inducida en un recipiente es posible limitar el funcionamiento por recorte del dispositivo inversor de alimentación.

Naturalmente, la presente invención no se limita al ejemplo de realización descrito anteriormente.

- 15 En particular, pueden ponerse en práctica otros medios de detección de un pico de corriente en el interruptor IGBT para vigilar el valor de la corriente que circula en el interruptor IGBT.

- 20 Se observa además que la tensión de avalancha asociada al diodo Zener debe corresponder preferiblemente a un pico de corriente de valor superior a la corriente máxima que puede circular en el interruptor IGBT con el fin de no perturbar la medición de las corrientes en los bornes del interruptor IGBT y del diodo de rueda libre D, lo que puede ponerse en práctica independientemente, para conocer el valor de la corriente instantánea que circula en el dispositivo inversor de alimentación, por ejemplo para deducir la potencia instantánea proporcionada por este dispositivo al recipiente colocado enfrente a los medios de inducción.

# REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de determinación de una potencia mínima continua inducida en un recipiente asociado a medios de inducción, estando dichos medios de inducción integrados en un circuito resonante (L, C, R) alimentado por un dispositivo inversor de alimentación que comprende un interruptor (IGBT) montado en serie con el circuito resonante (L, C, R) y un diodo de rueda libre (D) montado en paralelo con el interruptor (IGBT), controlándose el interruptor (IGBT) a una frecuencia de conmutación, **caracterizado porque** comprende las siguientes etapas:
  - medir una corriente (i) que circula en dicho interruptor (IGBT) y dicho diodo de rueda libre (D);
  - variar la frecuencia de conmutación dentro de un rango de frecuencias predeterminado; y
  - seleccionar una frecuencia de conmutación máxima cuando el valor de la corriente (i) medida al comienzo de un periodo de conmutación del interruptor (IGBT) es sustancialmente igual a un valor umbral máximo predeterminado admisible en dicho interruptor (IGBT).
2. Procedimiento de determinación según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho valor umbral máximo predeterminado es estrictamente positivo, preferiblemente superior o igual a 10 A.
3. Procedimiento de determinación según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** dicho valor umbral máximo predeterminado es superior o igual a 40 A, y preferiblemente superior a 60 A.
4. Procedimiento de determinación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** al comienzo de un periodo de conmutación del interruptor (IGBT), la corriente (i) que circula en dicho diodo de rueda libre (D) es sustancialmente nula para una primera frecuencia de conmutación, y **porque** dicha frecuencia de conmutación máxima es superior a dicha primera frecuencia de conmutación.
5. Procedimiento de determinación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** en la etapa de variación, dicha frecuencia de conmutación se aumenta progresivamente por encima de dicha primera frecuencia de conmutación hasta dicha frecuencia de conmutación máxima.
6. Procedimiento de determinación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** comprende además una etapa de memorización de dicha frecuencia de conmutación máxima que se corresponde con una potencia mínima continua inducida en dicho recipiente asociado a dichos medios de inducción, teniéndose en cuenta dicha frecuencia de conmutación máxima en un procedimiento de control de la potencia proporcionada por dichos medios de inducción al recipiente en función de una potencia de consigna.
7. Dispositivo de determinación de una potencia mínima continua inducida en un recipiente asociado a medios de inducción, estando dichos medios de inducción integrados en un circuito resonante (L, C, R) alimentado por un dispositivo inversor de alimentación que comprende un interruptor (IGBT) montado en serie con el circuito resonante (L, C, R) y un diodo de rueda libre (D) montado en paralelo con el interruptor (IGBT), controlándose el interruptor (IGBT) a una frecuencia de conmutación, **caracterizado porque** comprende:
  - medios (50) para medir una corriente (i) que circula en dicho interruptor (IGBT) y dicho diodo de rueda libre (D);
  - medios (70) para variar la frecuencia de conmutación dentro de un rango de frecuencias predeterminado; y
  - medios (70) para seleccionar una frecuencia de conmutación máxima cuando el valor de la corriente (i) medida al comienzo de un periodo de conmutación del interruptor (IGBT) es sustancialmente igual a un valor umbral máximo predeterminado admisible en dicho interruptor (IGBT).
8. Dispositivo de determinación según la reivindicación 7, **caracterizado porque** dichos medios (50) para medir la corriente (i) están asociados a medios (60) para detectar un pico de dicha corriente (i).
9. Dispositivo de determinación según la reivindicación 8, **caracterizado porque** los medios de detección (60) comprenden un diodo Zener (D1) montado en paralelo a un transformador de corriente (50), siendo la tensión en la salida de dicho transformador de corriente (50) representativa del valor de la corriente (i) que circula en el interruptor (IGBT) y el diodo de rueda libre (D).
10. Dispositivo de determinación según la reivindicación 9, **caracterizado porque** la tensión de avalancha del diodo Zener (D1) es sustancialmente igual al valor de la tensión en la salida del transformador de corriente (50) para una corriente sustancialmente igual al valor umbral máximo predeterminado admisible en dicho interruptor (IGBT).

- 5
- 10
11. Aparato de cocción por inducción, que comprende al menos un área de cocción (F1, F2, F3, F4) asociada a medios de inducción, **caracterizado porque** comprende un dispositivo de determinación según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10.
  12. Aparato de cocción por inducción según la reivindicación 11, **caracterizado porque** comprende medios (12) para controlar el dispositivo inversor de alimentación adaptado para controlar la frecuencia de conmutación dentro de un rango de funcionamiento comprendido entre una frecuencia de conmutación mínima, correspondiente a una tensión máxima aplicable en los bornes del interruptor, y dicha frecuencia de conmutación máxima.

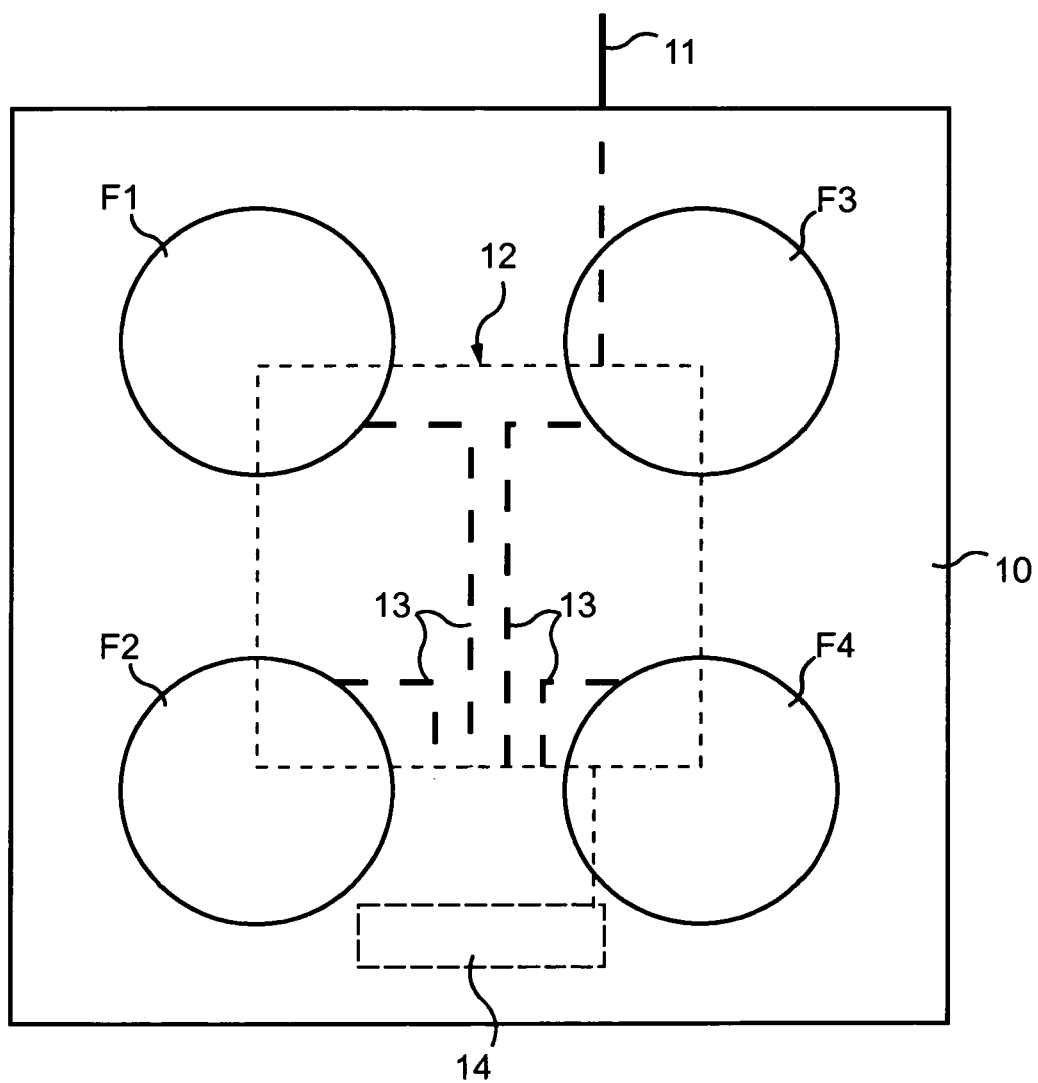


Fig. 1

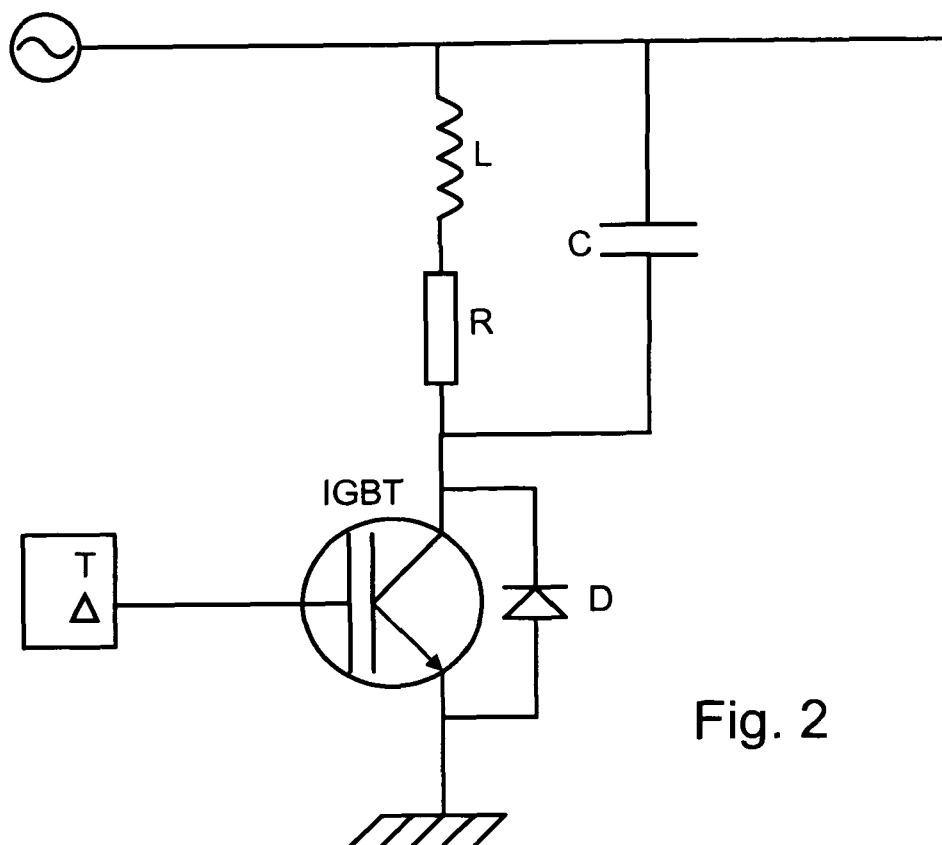


Fig. 2

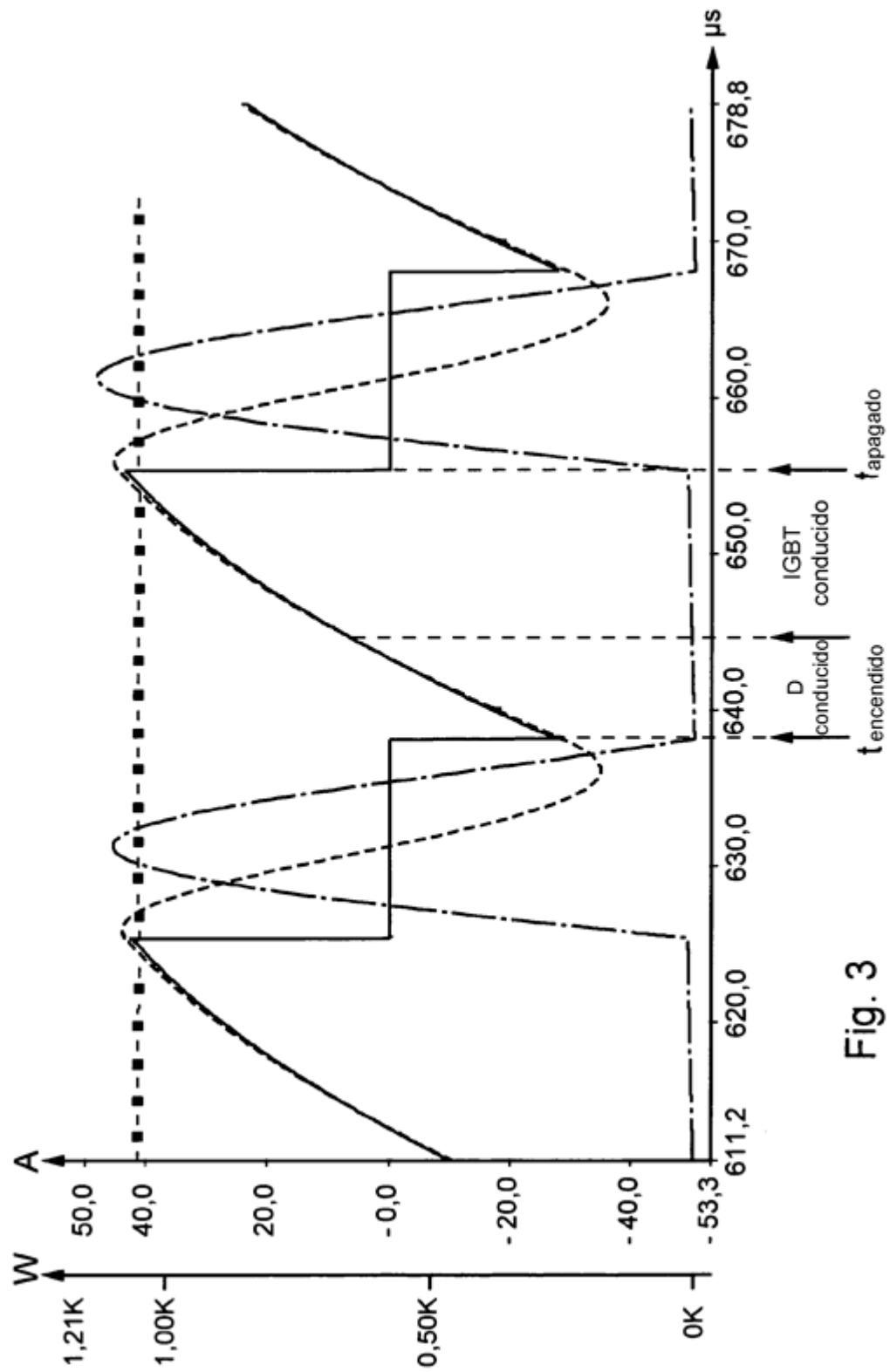


Fig. 3

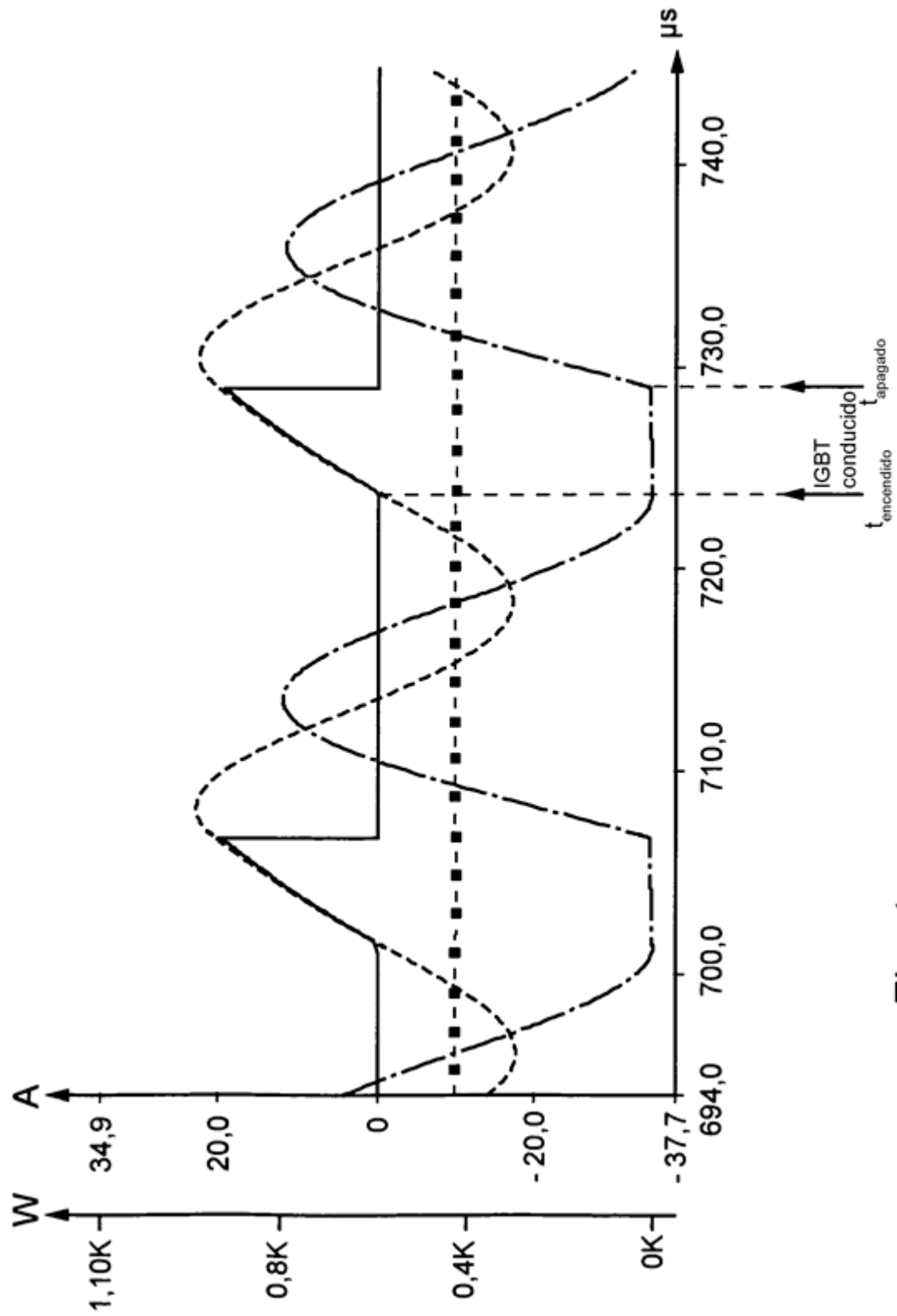


Fig. 4

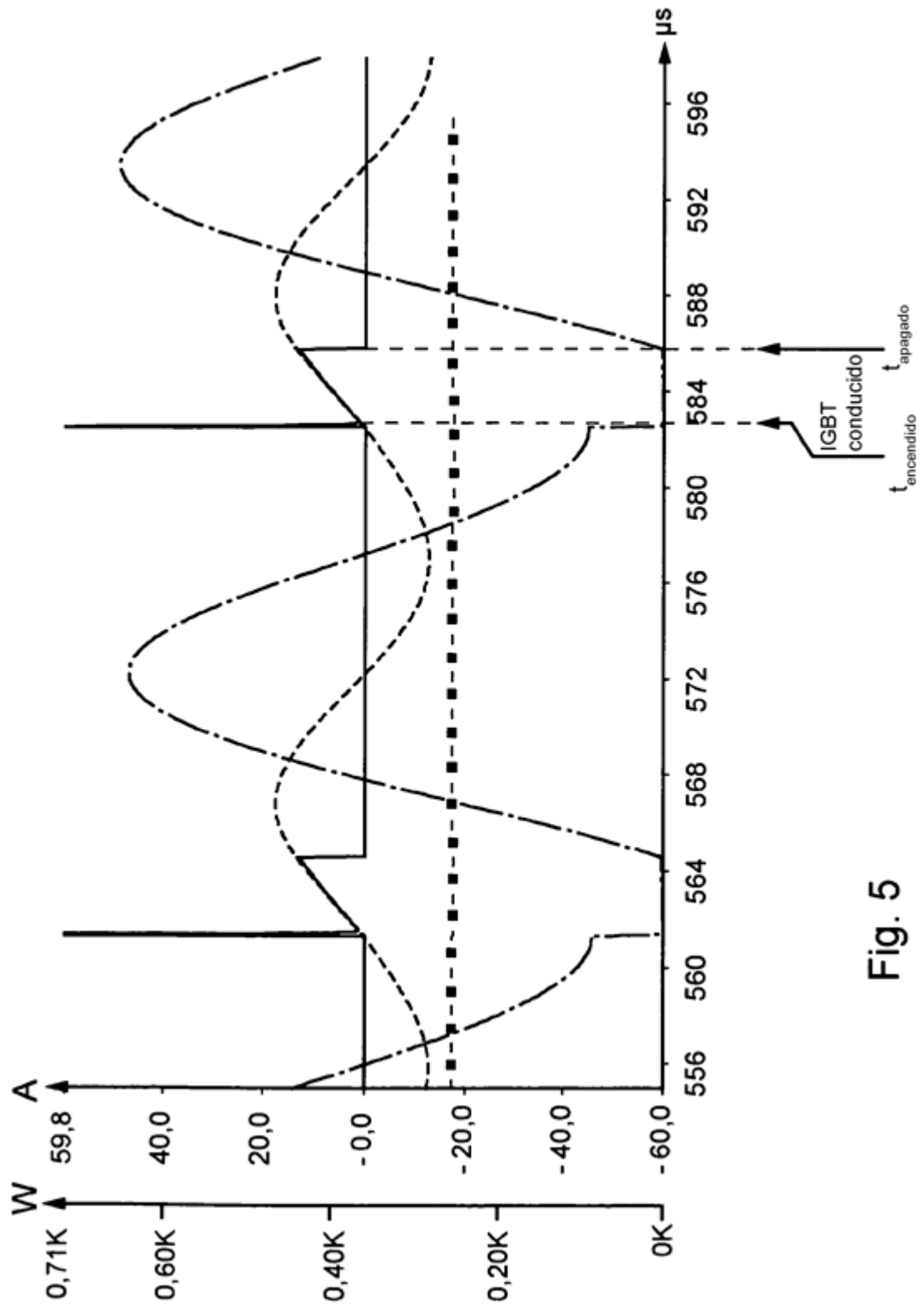


Fig. 5

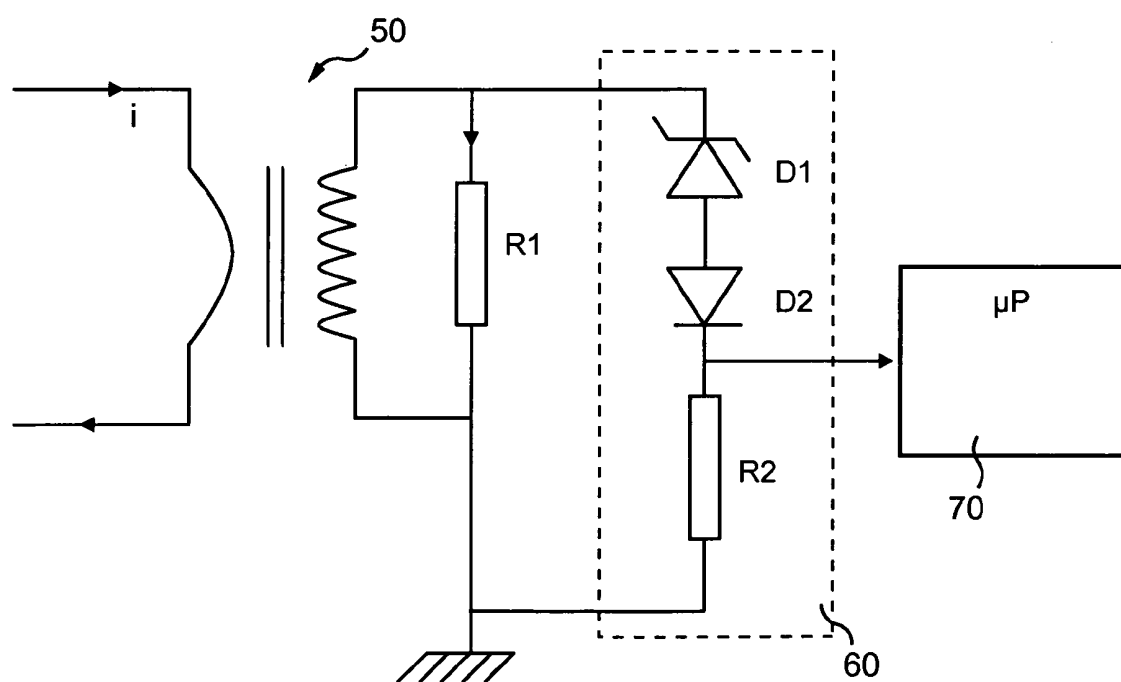


Fig. 6

Fig. 7

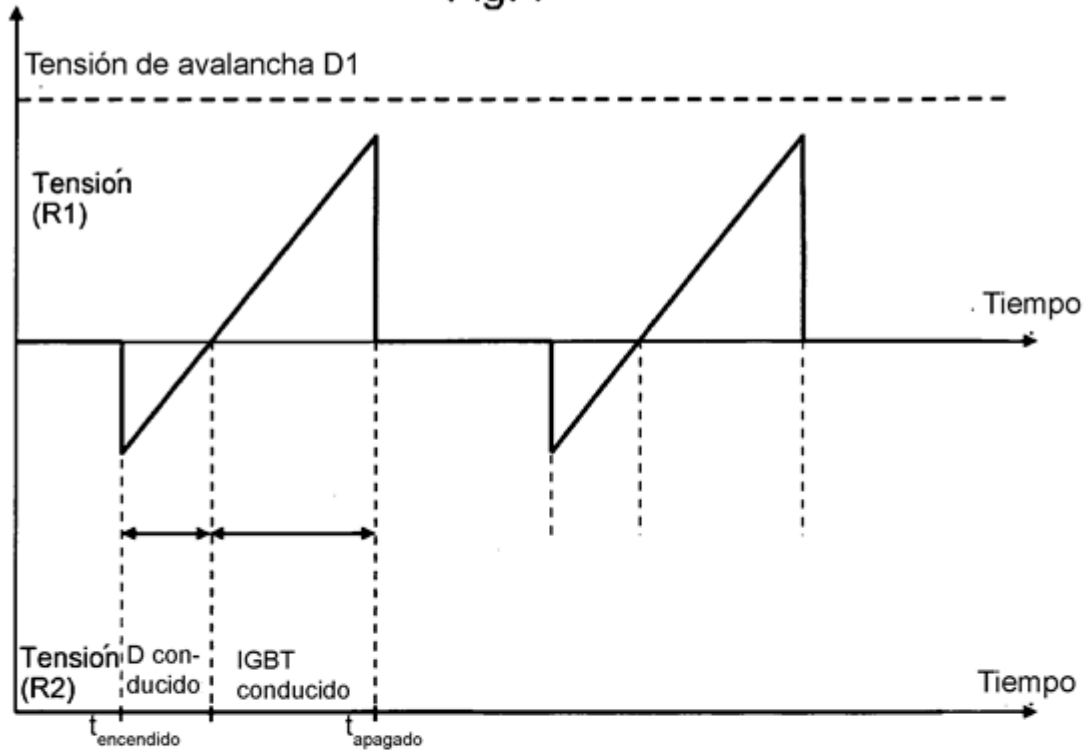


Fig. 8

