

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 995 462**

(51) Int. Cl.:

H05B 6/06

(2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2021 E 21213885 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2024 EP 4195875**

(54) Título: **Placa de cocción por inducción y método para controlar una placa de cocción por inducción**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.02.2025

(73) Titular/es:

**SABAF S.P.A. (100.00%)
Via Dei Carpini, 1
25035 Ospitaletto (BS), IT**

(72) Inventor/es:

**PASTORE, CRISTIANO y
RESTIVO, SALVATORE**

(74) Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 995 462 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

Placa de cocción por inducción y método para controlar una placa de cocción por inducción

Campo técnico

La presente invención se refiere a una placa de cocción por inducción y a un método para controlar una placa de cocción por inducción.

Antecedentes

Tal como se conoce, una placa de cocción por inducción puede comprender al menos un par de generadores de corriente de alta frecuencia, que comparten una línea de red de distribución eléctrica, un rectificador y un enlace de CC y configurados para energizar calentadores por inducción respectivos (también denominados "bobinas en forma de galleta"). Un problema principal implicado en el accionamiento de placas de cocción por inducción que se hacen funcionar con inversores individuales reside en determinar las características de potencia frente a frecuencia de conmutación (o periodo de conmutación) cuando los calentadores por inducción están acoplados a recipientes de cocción específicos. Estas características, de hecho, forman la base para el control independiente de los generadores de corriente de alta frecuencia que cumple la demanda de potencia del usuario y, al mismo tiempo, evita un ruido audible provocado por la intermodulación de frecuencia que se produce normalmente cuando dos generadores de corriente de alta frecuencia se hacen funcionar a frecuencias diferentes.

Las características de potencia frente a frecuencia de conmutación o de periodo, que se denominarán a continuación en el presente documento generalmente características de potencia para mayor claridad, obviamente necesitan determinarse al comienzo del proceso de cocción para cada uno de los calentadores por inducción en uso. Según soluciones conocidas, descritas por ejemplo en los documentos EP 1 951 003 A1 y en EP 2 200 398 A1, las características de potencia pueden determinarse de manera preliminar midiendo o estimando la potencia suministrada a la batería de cocina durante un barrido de frecuencia a través de una pluralidad de etapas de frecuencia discretas.

Sin embargo, diversos factores externos variables afectan en gran medida a las características de potencia durante el proceso de cocción y la estimación inicial debe actualizarse con bastante frecuencia. Los factores influyen en la transferencia de potencia y el calentamiento incluyen, por ejemplo, la temperatura de la batería de cocina, la posición de la batería de cocina con respecto a los calentadores por inducción, tensión de red de distribución eléctrica y temperatura de bobina. En los dispositivos de control conocidos, se monitorizan las desviaciones de las características de potencia usadas actualmente y se lleva a cabo un nuevo barrido de frecuencia cada vez que se actualicen o se requiere una nueva adquisición. Por tanto, se mitiga el problema de los cambios en las características de potencia, pero todavía quedan limitaciones. Principalmente, cada barrido de frecuencia interrumpe el suministro de potencia y las interrupciones en la secuencia de control pueden provocar fluctuaciones de potencia y posiblemente aumentar las emisiones de parpadeo. Por otro lado, las características de potencia no pueden actualizarse una vez que ha comenzado la secuencia de control a menos que se realice un nuevo barrido de frecuencia.

Como resultado, la actualización de las características de potencia no es tan frecuente como sería deseable y se altera el suministro de potencia. El documento EP 1 951 003 A1 da a conocer una placa de cocción por inducción según el preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario de la invención

Un objetivo de la presente invención es proporcionar una placa de cocción por inducción y un método para controlar una placa de cocción por inducción que permita superar o al menos reducir las limitaciones anteriores.

Según la presente invención se proporcionan una placa de cocción por inducción y un método de control de una placa de cocción por inducción tal como se define en las reivindicaciones 1 y 10, respectivamente.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá ahora con referencia a los dibujos adjuntos, que muestran varias realizaciones no limitativas de la misma, en los que:

- la figura 1 es un diagrama de bloques simplificado de una placa de cocción por inducción según una realización de la presente invención;
- la figura 2 es un diagrama de circuito de componentes de la placa de cocción por inducción de la figura 1;
- la figura 3 es un gráfico que muestra cantidades en un periodo de control de la placa de cocción por inducción de la figura 1;
- figura 4 es un gráfico que muestra características de potencia de la placa de cocción por inducción de la figura 1; y.

- la figura 5 es un diagrama de circuito de componentes de una placa de cocción por inducción según otra realización de la presente invención.

Con referencia a la figura 1, una placa de cocción por inducción se designa como un todo por el número 1 y comprende una placa vitrocerámica 2, al menos un par de calentadores por inducción que incluyen un primer calentador por inducción 3 y un segundo calentador por inducción 4 en zonas de cocción respectivas por debajo de la placa 2, y un convertidor 5, configurados para acoplarse a una línea de alimentación (red de distribución eléctrica) 7 mediante una interfaz de acoplamiento 8 para recibir una tensión de alimentación de CA V_{CA} y para energizar independientemente los calentadores por inducción 3, 4. La interfaz de acoplamiento 8 permite la conexión a la línea de alimentación 7 y puede incluir una placa de bornes y filtros de supresión de IEM (interferencia electromagnética) (no mostrados). En realizaciones no mostradas, una placa de cocción por inducción puede incluir una pluralidad de pares de calentadores por inducción, estando alimentado cada par de calentadores por inducción por una fase de red de distribución eléctrica común respectiva. Una interfaz de usuario 9 permite a los usuarios seleccionar los niveles de potencia promedio que va a suministrarse a los calentadores por inducción 3, 4.

En el uso, están dispuestos recipientes de cocción por inducción 10, 11 en las zonas de cocción en posiciones correspondientes a los calentadores por inducción respectivos 3, 4. Cuando se energizan los calentadores por inducción 3, 4, se inducen corrientes de Foucault en los recipientes de cocción 10, 11, que, por tanto, se calientan.

Según una realización no limitativa de la presente invención ilustrada en la figura 2, el convertidor 5 comprende un rectificador 13, un condensador de enlace de CC 14, una unidad de control 15, un primer commutador de potencia 17, un segundo commutador de potencia 18 y un detector de potencia 20, que a su vez incluye una red de detección de tensión 20a y sensores de corriente 20b, 20c. El primer calentador por inducción 3 y el segundo calentador por inducción 4 con respective condensadores resonantes 22, 23 forman un primer circuito resonante 25 y un segundo circuito resonante 26, accionados respectivamente por el primer commutador de potencia 17 y el segundo commutador de potencia 18, que se hacen funcionar como generadores de corriente de conmutación mediante la unidad de control 15. En la realización de figura 2, el convertidor 5 (más específicamente la unidad de control 15, el primer commutador de potencia 17 y el segundo commutador de potencia 18) está en una configuración casi resonante local con el primer circuito resonante 25 y un segundo circuito resonante 26. El primer commutador de potencia 17 y el segundo commutador de potencia 18 pueden ser cualquier clase adecuada de dispositivo, tal como IGBT o MOSFET de potencia. También se entiende que el convertidor no se limita a la configuración casi resonante y también puede explotarse otra configuración, tal como una configuración en semipuente tal como se explica con detalle a continuación.

El rectificador 13 y el condensador de enlace de CC 14 suministra una tensión rectificada a raíles 27, 28 y la unidad de control 15 controla los commutadores de potencia 17, 18 para energizar los calentadores por inducción 3, 4 y suministrar potencia a los recipientes de cocción 10, 11 según las peticiones del usuario.

El detector de potencia 20 está configurado para detectar de manera continua una potencia activa suministrada individualmente por cada uno de los calentadores por inducción 3, 4 a los recipientes de cocción 10, 11 y, en la realización no limitativa de la figura 2, incluye la red de detección de tensión 20a y los sensores de corriente 20b, 20c, tal como se ha mencionado ya. La red de detección de tensión 20a puede incluir un divisor de tensión conectado entre los raíles 27, 28 y que tiene un nodo intermedio acoplado a una entrada de detección de tensión 15a de la unidad de control 15. Los sensores de corriente 20b, 20c pueden incluir resistencias en serie a los terminales de conducción de los commutadores de potencia respectivos 17, 18 y están acoplados a una entrada de detección de corriente respectiva 15b, 15c de la unidad de control 15. Sin embargo, se entiende que puede usarse cualquier detector de potencia adecuado en lugar del detector de potencia 20 de la figura 2, incluyendo detectores de potencia con sensores de corriente comunes para los commutadores de potencia 17, 18. El detector de potencia 20 suministra señales de detección de potencia, basándose en que la unidad de control 15 determina la potencia activa suministrada por los commutadores de potencia 17, 18. En la realización no limitativa de la figura 2, las señales de detección de potencia incluyen una señal de detección de tensión S_{SV} suministrada por la red de detección de tensión 20a y señales de detección de corriente S_{SC1}, S_{SC2} suministradas por los sensores de corriente 20b, 20c, respectivamente.

La unidad de control 15 tiene salidas de control 15d, 15e acopladas a terminales de control de commutadores de potencia respectivos 17, 18 y está configurada para hacer funcionar los commutadores de potencia 17, 18 basándose en un procedimiento de control y de mediciones de potencia recibidas a partir de o basándose en las señales de detección de potencia S_{SV}, S_{SC1}, S_{SC2} proporcionadas por el detector de potencia 20, para energizar los calentadores por inducción 3, 4 y suministrar potencia a los recipientes de cocción 10, 11 según las peticiones del usuario. Específicamente, los commutadores de potencia 17, 18 se hacen funcionar en ciclos de control que tienen un periodo de control t_0 de duración T , uno de los cuales se muestra en la figura 3. Cada periodo de control t_0 incluye una pluralidad de intervalos de control, en los que el primer commutador de potencia 17 y el segundo commutador de potencia 18 se hacen funcionar mediante la unidad de control 15 como generadores de corriente de conmutación a frecuencias de conmutación controladas a través de una primera señal de control S_{SW1} y una segunda señal de control S_{SW2} , respectivamente. Las señales de control S_{SW1}, S_{SW2} se proporcionan en las salidas de control 15d, 15e de la unidad de control 15 y se aplican a los terminales de control de los commutadores de potencia respectivos 17, 18.

Específicamente, en un primer intervalo de control I_1 , que tiene una primera duración T_1 , la unidad de control 15 activa tanto el primer calentador por inducción 3 como el segundo calentador 4 simultáneamente haciendo funcionar tanto el primer conmutador de potencia 17 como el segundo conmutador de potencia 18 con una primera frecuencia de conmutación f_{SW1} .

- 5 En un segundo intervalo de control I_2 , que tiene una segunda duración T_2 , la unidad de control 15 activa sólo uno de los calentadores por inducción 3, 4, que tiene la tarea más demandante en cuanto a potencia que va a suministrarse, haciendo funcionar el conmutador de potencia respectivo. En el ejemplo de la figura 3, El primer calentador por inducción 3 se energiza haciendo funcionar el primer conmutador de potencia 17 con una segunda frecuencia de conmutación f_{SW2} .
- 10 En un tercer intervalo de control I_3 , que tiene una tercera duración T_3 , la unidad de control 15 activa sólo el calentador por inducción que ya se había activado durante el segundo intervalo de control I_2 , es decir, el primer calentador por inducción 3, haciendo funcionar el primer conmutador de potencia 17 con una tercera frecuencia de conmutación f_{SW3} . La tercera frecuencia de conmutación f_{SW3} es diferente y preferiblemente mayor que la segunda frecuencia de conmutación f_{SW2} .
- 15 En un cuarto intervalo de control I_4 , que tiene una cuarta duración T_4 , sólo se energiza el calentador por inducción que estaba inactivo en el segundo intervalo de control I_2 y en el tercer intervalo de control I_3 , es decir, el segundo calentador por inducción 4. Para este fin, la unidad de control 13 hace funcionar el segundo conmutador de potencia 18 a una cuarta frecuencia de conmutación f_{SW4} .
- 20 En un quinto intervalo de control I_5 , que tiene una quinta duración T_5 , la unidad de control 15 activa sólo el calentador por inducción que ya se había activado durante el cuarto intervalo de control I_4 , es decir, el segundo calentador por inducción 4, haciendo funcionar el segundo conmutador de potencia 18 con una quinta frecuencia de conmutación f_{SW5} . La quinta frecuencia de conmutación f_{SW5} es diferente y preferiblemente mayor que la cuarta frecuencia de conmutación f_{SW4} .
- 25 Durante cada uno de los intervalos de control I_1-I_5 , la unidad de control 15 mide valores respectivos de potencia suministrada basándose en las señales de detección de potencia S_{sv} , S_{sc1} , S_{sc2} recibidas de manera continua desde el detector de potencia 20. En particular, la unidad de control 14 usa los valores de potencia suministrada total medida en los intervalos de control I_2-I_5 para determinar una primera característica de potencia PC_1 del primer calentador inductivo 3 con los recipientes de cocción 10 acoplados al mismo y un segundo característica de potencia PC_2 del segundo calentador inductivo 4 con los recipientes de cocción 10 acoplados al mismo, tal como se ilustra en
- 30 la figura 4 (en este caso, la característica de potencia se representa como periodo de conmutación τ_{sw} frente a potencia suministrada P , donde $\tau_{sw} = 1/f_{sw}$, obviamente). Las características de potencia PC_1 , PC_2 pueden determinarse, por ejemplo, mediante interpolación lineal, debido al hecho de cada uno de los calentadores inductivos 3, 4 se energiza individualmente a dos frecuencias de conmutación diferentes durante los intervalos de control I_2-I_5 . También pueden usarse otros métodos de interpolación, según las preferencias de diseño. De manera más precisa, el primer calentador inductivo 3 se hace funcionar (solo, con el segundo calentador inductivo 4 inactivo) a la segunda frecuencia de conmutación f_{sw2} en el segundo intervalo de control I_2 y a la tercera frecuencia de conmutación f_{sw3} en el tercer intervalo de control I_3 . Las unidades de control adquieren y almacenan dos medidas de potencia $P_1(f_{sw2})$, $P_1(f_{sw3})$ asociadas con el funcionamiento del primer calentador inductivo 3 solo y definen dos puntos de característica de referencia $(\tau_{sw2}; P_1(f_{sw2}))$, $(\tau_{sw3}; P_1(f_{sw3}))$. Asimismo, el segundo calentador inductivo 4 se hace funcionar (solo, con el primer calentador inductivo 3 inactivo) a la cuarta frecuencia de conmutación f_{sw4} en el cuarto intervalo de control I_4 y a la quinta frecuencia de conmutación f_{sw5} en el quinto intervalo de control I_5 . Las unidades de control adquieren y almacenan dos medidas de potencia $P_2(f_{sw4})$, $P_2(f_{sw5})$ asociadas con el funcionamiento del segundo calentador inductivo 4 solo y definen dos puntos de característica de referencia $(\tau_{sw4}; P_2(f_{sw4}))$, $(\tau_{sw5}; P_2(f_{sw5}))$. Ventajosamente, la tercera frecuencia de conmutación f_{sw3} y el quinto intervalo de control I_5 se seleccionan tan lejos como permitan los límites operativos de los conmutadores de potencia 17, 18 a partir de la segunda frecuencia de conmutación f_{sw2} y a partir de la cuarta frecuencia de conmutación f_{sw4} , respectivamente. Por tanto, las características de potencia PC_1 , PC_2 pueden actualizarse de manera continua en cada periodo de control I_0 sin discontinuidades en el suministro de potencia a los recipientes de cocción.
- 40
- 45
- 50 Como regla general, la mayoría de la potencia requerida durante el periodo de control I_0 se suministra en el primer intervalo de control I_1 , en el que ambos de los calentadores inductivos 3, 4 se energizan mediante los conmutadores de potencia respectivos 17, 18, y en el segundo intervalo de control I_2 , en el que se energiza sólo el calentador inductivo 3, 4 que se espera que suministre la potencia más alta (en el ejemplo de figura 3, el primer calentador inductivo 3 mediante el primer conmutador de potencia 17). Las duraciones del primer intervalo de control I_1 y del segundo intervalo de control I_2 y la primera frecuencia de conmutación f_{sw1} y la segunda frecuencia de conmutación f_{sw2} se seleccionan para aproximarse a los requisitos de suministro de potencia totales.
- 55

Los intervalos de control restantes I_3-I_5 deben seleccionarse tan cortos como sea posible, pero suficientemente largos para determinar con precisión y coherencia las mediciones de la potencia suministrada total. Las frecuencias de conmutación $f_{sw3}-f_{sw5}$ se seleccionan para completar las tareas de suministro de potencia de los calentadores por inducción 3, 4.

Más específicamente, los parámetros para cumplir la petición del usuario de suministro de potencia pueden determinarse basándose en el siguiente procedimiento.

Un primer objetivo de potencia P_1' para el primer calentador por inducción 3 y un segundo objetivo de potencia P_2' para el segundo calentador por inducción 4 se establecen por un usuario e indican la potencia promedio que va a suministrarse a lo largo de cada periodo de control I_0 .

El primer objetivo de potencia P_1' para el primer calentador por inducción 3 y el segundo objetivo de potencia P_2' están relacionados con las duraciones T_1-T_5 y con las frecuencias de conmutación $f_{SW1}-f_{SW5}$ de la siguiente manera

$$P_1' = (P_1(f_{SW1})T_1 + P_1(f_{SW2})T_2 + P_1(f_{SW3})T_3)/T \quad (1)$$

$$P_2' = (P_2(f_{SW1})T_1 + P_2(f_{SW4})T_4 + P_2(f_{SW5})T_5)/T \quad (2)$$

con la restricción

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 \quad (3)$$

Las restricciones adicionales permiten determinar las duraciones T_1-T_5 y las frecuencias de conmutación $f_{SW1}-f_{SW5}$.

En primer lugar, las duraciones T_3-T_5 se seleccionan para que sean lo más cortas posibles, siempre que pueda llevarse a cabo una medición precisa de la potencia suministrada. Por ejemplo, las duraciones T_3-T_5 pueden ser desde uno hasta 16 medios ciclos de red de distribución eléctrica y son todas iguales en una realización, por ejemplo, 20 ms, correspondientes a 2 medios ciclos de red de distribución eléctrica en una línea de red de distribución eléctrica de 50Hz.

Luego, para hacer frente a los requisitos de simetría en la corriente de red de distribución eléctrica drenada por los electrodomésticos, el periodo de control I_0 puede establecerse en un número impar de medios ciclos de la tensión de alimentación de CA V_{CA} recibida desde la línea de alimentación de tensión 7. Por tanto, se reestablece la simetría de corriente cada dos duraciones de ciclo de control en el peor caso. Además, el periodo de control I_0 se selecciona para que sea más pequeño que una constante de tiempo térmica de los recipientes de cocción 10, 11, mediante lo cual se homogeneiza el suministro de potencia. En una realización, el periodo de control I_0 puede ser de 2010 ms.

La tercera frecuencia de conmutación f_{SW3} (mayor que la segunda frecuencia de conmutación f_{SW2}) y la quinta tercera frecuencia de conmutación f_{SW5} (mayor que la cuarta frecuencia de conmutación f_{SW4}) se seleccionan en intervalos de frecuencia operativos superiores respectivos, que están delimitados por las frecuencias límite inferiores respectivas y por límites operativos superiores respectivos. Los límites operativos superiores definen las frecuencias de conmutación más altas en las que pueden hacerse funcionar de manera segura y correcta los conmutadores de potencia 17, 18. En los intervalos de frecuencia operativos superiores, se suministra la potencia mínima a los calentadores inductivos 3, 4 mediante los conmutadores de potencia 17, 18.

La cuarta frecuencia de conmutación f_{SW4} se selecciona en un intervalo de frecuencia operativo inferior, que está delimitado por una frecuencia límite superior, menor que la frecuencia límite inferior del intervalo de frecuencia operativo superior del segundo calentador inductivo 4, y por un límite operativo inferior. El límite operativo inferior define la frecuencia de conmutación más baja a la que pueden hacerse funcionar de manera segura los conmutadores de potencia 17, 18, sin incurrir en fallo, por ejemplo, debido a disrupción de tensión de conmutación o fuga térmica. En el intervalo de frecuencia operativo inferior, se suministra la potencia máxima a los calentadores inductivos 3, 4 mediante los conmutadores de potencia 17, 18.

Pueden determinarse soluciones para los parámetros restantes (primera duración T_1 , primera frecuencia de conmutación f_{SW1} , segunda frecuencia de conmutación f_{SW2} ; la segunda duración T_2 se determina inmediatamente a partir de la ecuación (3) una vez que se ha seleccionado un valor para la primera duración T_1) con vistas a optimizar el funcionamiento de la placa de cocción por inducción 1 en otros aspectos, por ejemplo, parpadeo, pérdida de potencia, fatiga de los componentes y similares. Por ejemplo, como primera duración T_1 y segunda duración T_2 se relacionan mediante la ecuación (3) una vez que se han establecido la tercera duración T_3 , la cuarta duración T_4 y la quinta duración T_5 . Se selecciona un par de valores de la primera frecuencia de conmutación f_{SW1} y de la segunda frecuencia de conmutación f_{SW2} que se ajuste mejor a los criterios de optimización (por ejemplo, minimización del parpadeo) y se determina la primera duración correspondiente T_1 . La segunda duración T_2 se determina a partir de la ecuación (3).

El procedimiento anterior se lleva a cabo al menos cuando tanto los calentadores por inducción 3, 4 están en uso y un objetivo de potencia está por encima de un umbral de potencia mínimo programado. El objetivo de potencia se establece por el usuario mediante la interfaz de usuario 9 y se ajusta posiblemente basándose en el acoplamiento real de los recipientes 10, 11 con los calentadores por inducción respectivos 3, 4. Cuando el objetivo de potencia está por debajo del umbral de potencia mínima, por lo general relativamente bajo, puede usarse un procedimiento de control diferente. Por ejemplo, en el primer intervalo de control I_1 puede activarse sólo uno o ninguno de los calentadores por inducción 3, 4 y la primera duración programada T_1 y la potencia suministrada pueden

determinarse a partir de los datos clasificados almacenados. Sin embargo, puede usarse cualquier procedimiento de control adecuado.

La selección de parámetros puede llevarse a cabo rápidamente y los parámetros seleccionados están fácilmente disponibles. En una realización, todos los parámetros seleccionados se mantienen constantes a través de ciclos posteriores, hasta que cambian las condiciones de transferencia de potencia (por ejemplo, porque el usuario cambia los ajustes de cocción o un recipiente de cocción se mueve con respecto a calentadores por inducción 3, 4) y se actualizan las características de potencia PC₁, PC₂.

En otra realización, la unidad de control 15 ajusta las frecuencias de conmutación f_{SW2}-f_{SW5} en períodos de control posteriores I₀. Específicamente, la tercera frecuencia de conmutación f_{SW3} y la quinta frecuencia de conmutación f_{SW5} se establecen inicialmente en valores seguros respectivos en el intervalo de frecuencia operativo superior, relativamente lejos del límite operativo superior, y luego la unidad de control 15 ajusta los valores seleccionados según las condiciones de funcionamiento reales. Por ejemplo, la tercera frecuencia de conmutación f_{SW3} y la quinta frecuencia de conmutación f_{SW5} pueden aumentarse (disminuyendo el tiempo de activación) hasta la aparición de condiciones de conmutación dura o pueden disminuirse (aumentando el tiempo de activación) si la tensión en los terminales de conducción de los conmutadores de potencia 17, 18 es cero en el encendido, correspondiendo así a una condición de conmutación suave perfecta.

De manera especular, la segunda frecuencia de conmutación f_{SW2} y la cuarta frecuencia de conmutación f_{SW4} se establecen inicialmente en valores seguros respectivos en el intervalo de frecuencia operativo inferior, relativamente lejos del límite operativo inferior, y luego la unidad de control 15 ajusta los valores seleccionados según las condiciones de funcionamiento reales. Despues de eso, la segunda frecuencia de conmutación f_{SW2} y/o la cuarta frecuencia de conmutación f_{SW4} puede disminuirse si los límites operativos de los conmutadores de potencia 17, 18 están suficientemente distantes o se aumentan de otra manera si se están aproximando los límites operativos. Por ejemplo, en la configuración de convertidor casi resonante de la figura 2, la potencia máxima los conmutadores de potencia 17, 18 que puede suministrarse está limitada por la tensión disruptiva V_{BD} de los conmutadores de potencia 17, 18 por sí mismos. Considerando un margen de reducción de esfuerzo del 10 %, la unidad de control 15 puede aumentar la segunda frecuencia de conmutación f_{SW2} y/o la cuarta frecuencia de conmutación f_{SW4} si la tensión medida a través de los terminales de conducción de los conmutadores de potencia activa 17, 18 es mayor de 0,9*V_{BD}. Por otro lado, si la tensión medida a través de los terminales de conducción de los conmutadores de potencia activa 17, 18 va por debajo de 0,9*V_{BD}, la unidad de control 15 puede disminuir la segunda frecuencia de conmutación f_{SW2} y/o la cuarta frecuencia de conmutación f_{SW4}.

El ajuste de las frecuencias de conmutación f_{SW2}-f_{SW5} puede llevarse a cabo o bien durante intervalos de control I₂-I₅ de cada periodo de control I₀ o entre periodos de control posteriores I₀.

La placa de cocción por inducción y el método descritos anteriormente tienen varias ventajas. Además de evitar el ruido audible, debido a que los calentadores inductivos nunca se energizan simultáneamente con frecuencias de conmutación diferentes, la placa de cocción se hace funcionar en condiciones que permiten definir características de potencia en cada periodo de control sin interrumpir la alimentación de potencia a los recipientes de cocción acoplados a los calentadores inductivos. De hecho, en cada ciclo de control se hacen funcionar de manera independiente e individual ambos calentadores inductivos con dos frecuencias diferentes respectivas en distintos intervalos de control. Esto permite determinar las características de potencia del convertidor midiendo la potencia activa total en cada uno de los intervalos de control en los que se activa sólo uno de los conmutadores de potencia e interpolando simplemente los valores de potencia medidos. Por tanto, pueden actualizarse de manera frecuente las características de potencia, posiblemente incluso en cada periodo de control, sin la necesidad de realizar un barrido de frecuencia. Por un lado, por tanto, las actualizaciones frecuentes no afectan al suministro de potencia y, por otro lado, puede mantenerse de manera precisa la consistencia de las características de potencia, con la ventaja de la eficacia y calidad del proceso de cocción.

Aunque están disponibles otras soluciones dentro del alcance de la invención, la potencia total suministrada por el convertidor puede medirse usando sensores extremadamente simples y baratos. Incluso una única resistencia se ajusta perfectamente para cumplir la tarea de proporcionar una monitorización continua del suministro de potencia y la medición con el fin de determinar las características de potencia.

La configuración casi resonante del convertidor es particularmente ventajosa. Los convertidores casi resonantes se usan ampliamente como alimentación de potencia de alta frecuencia para placas de cocción por inducción y resultan particularmente atractivos por ser estructuralmente simples y no costosos, porque se requieren un único conmutador de potencia de estado sólido (normalmente un IGBT) y un único condensador resonante para cada bobina de inducción. Los convertidores casi resonantes también se adaptan muy bien al control descrito anteriormente debido a la relación bastante lineal entre la potencia suministrada y el periodo de conmutación. De hecho, la interpolación es simple y precisa, lo que es una propiedad favorable para lograr un control de potencia bueno y eficiente.

Sin embargo, el convertidor no necesita estar en configuración casi resonante. En la realización de la figura 5, por ejemplo, donde se indican partes ya descritas mediante los mismos números de referencia, una placa de cocción por inducción 100 comprende el primer calentador por inducción 3, el segundo calentador por inducción 4 y un

convertidor 105, configurados para acoplarse a la línea de alimentación 7 mediante la interfaz de acoplamiento 8 y para energizar independientemente los calentadores por inducción 3, 4. El convertidor 105 comprende el rectificador 13, el condensador de enlace de CC 14, una unidad de control 115, un primer generador de corriente de conmutación 117, un segundo generador de corriente de conmutación 118 y un detector de potencia 120. El primer generador de corriente de conmutación 117 y el segundo generador de corriente de conmutación 118 comprende dos primeros conmutadores de potencia 117a, 117b y el segundo generador de corriente de conmutación 118 comprende dos segundos conmutadores de potencia 118a, 118b en configuración en semipuente. Específicamente, el primer calentador por inducción 3 forma un primer circuito resonante 125 accionado por el primer generador de corriente de conmutación 117 con primeros condensadores resonantes respectivos 122a, 122b y el segundo calentador por inducción 4 forma un segundo circuito resonante 126 accionado por el segundo generador de corriente de conmutación 118 con segundos condensadores resonantes respectivos 123a, 123b.

El detector de potencia 120 comprende una red de detección de tensión 120 y sensores de corriente 120b, 120c y suministra señales de detección de potencia, basándose en las cuales la unidad de control 115 determina la potencia activa suministrada por los generadores de corriente de conmutación 117, 118. La red de detección de tensión 120a puede incluir un divisor de tensión conectado entre los raíles 27, 28 y que tiene un nodo intermedio acoplado a una entrada de detección de tensión de la unidad de control 115 para proporcionar una señal de detección de tensión S_{SV} . Los sensores de corriente 120b, 120c están configurados para detectar corrientes suministradas por los generadores de corriente de conmutación 117, 118, respectivamente, y para proporcionar señales de detección de corriente correspondientes S_{SC1} , S_{SC2} a entradas de detección de corriente de la unidad de control 115. Las señales de detección de potencia suministradas por el detector de potencia 120 incluyen la señal de detección de tensión S_{SV} y las señales de detección de corriente S_{SC1} , S_{SC2} .

El primer generador de corriente de conmutación 117 y el segundo generador de corriente de conmutación 118 se hacen funcionar mediante la unidad de control 115 a las frecuencias de conmutación f_{SW1} - f_{SW5} en los intervalos de control I_1 - I_5 de cada periodo de control I_0 . Con este fin, la unidad de control 115 suministra primeras señales de control S_{SW1}' , S_{SW1}'' a terminales de control de los conmutadores de potencia 117a, 117b del primer generador de corriente de conmutación 117 y segundas señales de control S_{SW2}' , S_{SW2}'' a terminales de control del segundo generador de corriente de conmutación 118.

Finalmente, resulta claro que pueden realizarse modificaciones y variantes a la placa de cocción y al método descritos en el presente documento sin apartarse del alcance de la presente invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, el periodo de control I_0 puede contener otros intervalos de control además de los intervalos de control I_1 - I_5 , según las preferencias del diseño. Pueden introducirse intervalos de control adicionales para determinar más de dos puntos para las características de potencia y refinar la interpolación. Además, los intervalos de control I_1 - I_5 no necesitan estar en el orden presentado anteriormente y puede elegirse cualquier otro orden. En particular, se hace hincapié en que el primer, segundo, tercero, cuarto y quinto intervalo de control sólo refleja el ejemplo específico que se ha presentado y tiene el único fin de distinguir los intervalos de control entre sí. En ningún caso podrá interpretarse que este lenguaje significa o implica que los intervalos de control y las acciones llevadas a cabo en cada uno de los intervalos de control requieren cualquier orden específico.

REIVINDICACIONES

1. Una placa de cocción por inducción que comprende:
un primer calentador por inducción (3) y un segundo calentador por inducción (4);
una unidad de control (15; 115);
- 5 un primer generador de corriente de conmutación (17; 117) y un segundo generador de corriente de conmutación (18; 118), que pueden hacerse funcionar mediante la unidad de control (15) en periodos de control posteriores (I_0) para energizar el primer calentador por inducción (3) y el segundo calentador por inducción (4), respectivamente;
en la que la unidad de control (15; 115) está configurada para:
10 al menos cuando un objetivo de potencia que va a suministrarse está por encima de un umbral de potencia mínimo programado, hacer funcionar tanto el primer generador de corriente de conmutación (17; 117) como el segundo generador de corriente de conmutación (18) con una primera frecuencia de conmutación (f_{SW1}) en un primer intervalo de control (I_1) de cada periodo de control (I_0), caracterizada porque la unidad de control está configurada además para:
15 hacer funcionar sólo el primer generador de corriente de conmutación (17; 117) con al menos dos frecuencias de conmutación diferentes respectivas (f_{SW2}, f_{SW3}) en un segundo intervalo de control (I_2) y en un tercer intervalo de control (I_3) de cada periodo de control (I_0), mientras que el segundo generador de corriente de conmutación (18; 118) está inactivo;
20 hacer funcionar sólo el segundo generador de corriente de conmutación (18; 118) con al menos dos frecuencias de conmutación diferentes respectivas (f_{SW4}, f_{SW5}) en un cuarto intervalo de control (I_4) y en un quinto intervalo de control (I_5) de cada periodo de control (I_0), mientras que el primer generador de corriente de conmutación (17; 117) está inactivo.
2. Placa de cocción por inducción según la reivindicación 1, que comprende un detector de potencia (20; 120) configurado para detectar una potencia activa suministrada por el primer calentador por inducción (3) y por el segundo calentador por inducción (4), en la que la unidad de control (15; 115) está configurada además para determinar una primera característica de potencia (PC_1) del primer calentador inductivo (3) y una segunda característica de potencia (PC_2) del segundo calentador inductivo (4) basándose en señales de detección de potencia (S_{SV}, S_{SC1}, S_{SC2}) recibidas desde el detector de potencia (20; 120).
3. La placa de cocción por inducción según la reivindicación 2, en la que la unidad de control está configurada además para:
30 seleccionar la tercera frecuencia de conmutación (f_{SW3}) y la quinta tercera frecuencia de conmutación (f_{SW5}) en intervalos de frecuencia operativos superiores respectivos, que están delimitados por límites operativos superiores respectivos para el primer calentador por inducción (3) y el segundo calentador por inducción (4); y
35 seleccionar la cuarta frecuencia de conmutación (f_{SW4}) en un intervalo de frecuencia operativo inferior, que está delimitado por una frecuencia límite superior, menor que la frecuencia límite inferior del intervalo de frecuencia operativo superior del segundo calentador por inducción (4), y por un límite operativo inferior.
4. La placa de cocción por inducción según la reivindicación 2 o 3, configurada para acoplarse a una línea de alimentación (7) para recibir una tensión de alimentación de CA (V_{CA}), en la que la unidad de control está configurada además para seleccionar duraciones respectivas (T_3, T_4, T_5) del tercer intervalo de control (I_3), del cuarto intervalo de control (I_4) y del quinto intervalo de control (I_5) como hasta 16 medios ciclos de la tensión de alimentación de CA (V_{CA}) y preferiblemente para establecer el periodo de control (I_0) en un número impar de medios ciclos de la tensión de alimentación de CA (V_{CA}).
5. La placa de cocción por inducción según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en la que la unidad de control (15; 115) está configurada además para:
45 hacer funcionar sólo el primer generador de corriente de conmutación (17; 117) con una segunda frecuencia de conmutación (f_{SW2}) en el segundo intervalo de control (I_2) y con una tercera frecuencia de conmutación (f_{SW3}) en el tercer intervalo de control (I_3);
50 adquirir y almacenar primeras medidas de potencia ($P_1(f_{SW2}), P_1(f_{SW3})$) asociadas con el funcionamiento del primer calentador inductivo (3) solo en el segundo intervalo de control (I_2) y en el tercer intervalo de control (I_3) a partir de las señales de detección de potencia (S_{SV}, S_{SC1}, S_{SC2});
hacer funcionar sólo el segundo generador de corriente de conmutación (18; 118) con una cuarta

frecuencia de conmutación (f_{SW4}) en el cuarto intervalo de control (I_4) y con una quinta frecuencia de conmutación (f_{SW5}) en el quinto intervalo de control (I_5); y

adquirir y almacenar segundas medidas de potencia ($P_2(f_{SW4})$, $P_2(f_{SW5})$) asociadas con el funcionamiento del segundo calentador inductivo (4) solo en el cuarto intervalo de control (I_4) y en el quinto intervalo de control (I_5) a partir de las señales de detección de potencia (S_{SV} , S_{SC1} , S_{SC2}).

6. La placa de cocción por inducción según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en la que la unidad de control (15; 115) está configurada además para:

determine primeros puntos de característica de referencia (τ_{SW2} ; $P_1(f_{SW2})$), (τ_{SW3} ; $P_1(f_{SW3})$) a partir de las primeras medidas de potencia ($P_1(f_{SW2})$, $P_1(f_{SW3})$) y a partir de la segunda frecuencia de conmutación (f_{SW2}) y la tercera frecuencia de conmutación (f_{SW3});

determinar segundos puntos de característica de referencia (τ_{SW4} ; $P_2(f_{SW4})$), (τ_{SW5} ; $P_2(f_{SW5})$) a partir de las segundas medidas de potencia ($P_2(f_{SW4})$, $P_2(f_{SW5})$) y a partir de la cuarta frecuencia de conmutación (f_{SW4}) y la quinta frecuencia de conmutación (f_{SW5}); y

determinar la primera característica de potencia (PC_1) y la segunda característica de potencia (PC_2) interpolando los primeros puntos de característica de referencia (τ_{SW2} ; $P_1(f_{SW2})$), (τ_{SW3} ; $P_1(f_{SW3})$) y los segundos puntos de característica de referencia (τ_{SW4} ; $P_2(f_{SW4})$), (τ_{SW5} ; $P_2(f_{SW5})$).

7. La placa de cocción por inducción según la reivindicación 5 o 6, en la que la unidad de control (15; 115) está configurada además para determinar al menos una primera duración (T_1) del primer intervalo de control (I_1), la primera frecuencia de conmutación (f_{SW1}) y la segunda frecuencia de conmutación (f_{SW2}) a partir de las siguientes ecuaciones:

$$P_1' = (P_1(f_{SW1})T_1 + P_1(f_{SW2})T_2 + P_1(f_{SW3})T_3)/T$$

$$P_2' = (P_2(f_{SW1})T_1 + P_2(f_{SW4})T_4 + P_2(f_{SW5})T_5)/T$$

en las que P_1' y P_2' son un primer objetivo de potencia y un segundo objetivo de potencia para el primer calentador por inducción (3) y el segundo calentador por inducción (4), respectivamente, $P_1(f_{SW1})$, $P_1(f_{SW2})$ y $P_1(f_{SW3})$ indican la potencia suministrada por el primer calentador por inducción (3) cuando se hace funcionar a la primera frecuencia de conmutación (f_{SW1}), a la segunda frecuencia de conmutación (f_{SW2}) y a la tercera frecuencia de conmutación (f_{SW3}), respectivamente, $P_2(f_{SW1})$, $P_2(f_{SW4})$ y $P_2(f_{SW5})$ indican la potencia suministrada por el segundo calentador por inducción (4) cuando se hace funcionar a la primera frecuencia de conmutación (f_{SW1}), a la cuarta frecuencia de conmutación (f_{SW4}) y a la quinta frecuencia de conmutación (f_{SW5}), respectivamente, T_1-T_5 son las duraciones respectivas de los intervalos de control primero a quinto (I_1-I_5) y T es la duración del periodo de control (I_0).

8. Un método de control de una placa de cocción por inducción que comprende un primer calentador por inducción (3), un segundo calentador por inducción (4), un primer generador de corriente de conmutación (17) y un segundo generador de corriente de conmutación (18; 118), haciendo funcionar el primer generador de corriente de conmutación (17; 117) y un segundo generador de corriente de conmutación (18; 118) en periodos de control posteriores (I_0) para energizar el primer calentador por inducción (3) y el segundo calentador por inducción (4), respectivamente;

comprendiendo el método:

hacer funcionar tanto el primer generador de corriente de conmutación (17; 117) como el segundo generador de corriente de conmutación (18; 118) con una primera frecuencia de conmutación (f_{SW1}) en un primer intervalo de control (I_1) de cada periodo de control (I_0), caracterizado porque el método comprende etapas adicionales:

al menos cuando un objetivo de potencia que va a suministrarse está por encima de un umbral de potencia mínimo programado, hacer funcionar sólo el primer generador de corriente de conmutación (17; 117) con al menos dos frecuencias de conmutación diferentes respectivas (f_{SW2} , f_{SW3}) en un segundo intervalo de control (I_2) y en un tercer intervalo de control (I_3) de cada periodo de control (I_0), mientras que el segundo generador de corriente de conmutación (18; 118) está inactivo;

hacer funcionar sólo el segundo generador de corriente de conmutación (18; 118) con al menos dos frecuencias de conmutación diferentes respectivas (f_{SW4} , f_{SW5}) en un cuarto intervalo de control (I_4) y en un quinto intervalo de control (I_5) de cada periodo de control (I_0), mientras que el primer generador de corriente de conmutación (17; 117) está inactivo.

9. El método según la reivindicación 8, que comprende:

detectar una potencia activa suministrada por el primer calentador por inducción (3) y por el segundo calentador por inducción (4); y

5 determinar una primera característica de potencia (PC_1) del primer calentador inductivo (3) y una segunda característica de potencia (PC_2) del segundo calentador inductivo (4) basándose en la potencia activa detectada.

10. El método según la reivindicación 9, que comprende:

10 seleccionar la tercera frecuencia de conmutación (f_{SW3}) y la quinta tercera frecuencia de conmutación (f_{SW5}) en intervalos de frecuencia operativos superiores respectivos, que están delimitados por frecuencias límite inferiores respectivas y por límites operativos superiores respectivos para el primer calentador por inducción (3) y el segundo calentador por inducción (4); y

15 seleccionar la cuarta frecuencia de conmutación (f_{SW4}) en un intervalo de frecuencia operativo inferior, que está delimitado por una frecuencia límite superior, menor que la frecuencia límite inferior respectiva para el segundo calentador por inducción (4), y por un límite operativo inferior.

11. El método según la reivindicación 10, que comprende:

15 inicialmente establecer la tercera frecuencia de conmutación (f_{SW3}) y la quinta frecuencia de conmutación (f_{SW5}) en valores seguros respectivos en el intervalo de frecuencia operativo superior, y luego ajustar los valores seleccionados de la tercera frecuencia de conmutación (f_{SW3}) y de la quinta frecuencia de conmutación (f_{SW5}); y

20 inicialmente establecer la segunda frecuencia de conmutación (f_{SW2}) y la cuarta frecuencia de conmutación (f_{SW4}) en valores seguros respectivos en el intervalo de frecuencia operativo inferior, y luego ajustar los valores seleccionados de la segunda frecuencia de conmutación (f_{SW2}) y de la cuarta frecuencia de conmutación (f_{SW4}).

25 12. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, que comprende recibir una tensión de alimentación de CA (V_{CA}) y seleccionar duraciones respectivas (T_3, T_4, T_5) del tercer intervalo de control (I_3), del cuarto intervalo de control (I_4) y del quinto intervalo de control (I_5) como hasta 16 medios ciclos de la tensión de alimentación de CA (V_{CA}) y preferiblemente establecer el periodo de control (I_0) en un número impar de medios ciclos de la tensión de alimentación de CA (V_{CA}).

13. El método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que:

30 hacer funcionar sólo el primer generador de corriente de conmutación (17; 117) comprende hacer funcionar el primer generador de corriente de conmutación (17; 117) con una segunda frecuencia de conmutación (f_{SW2}) en el segundo intervalo de control (I_2) y con una tercera frecuencia de conmutación (f_{SW3}) en el tercer intervalo de control (I_3);

35 hacer funcionar sólo el segundo generador de corriente de conmutación (18; 118) comprende hacer funcionar el segundo generador de corriente de conmutación (18; 118) con una cuarta frecuencia de conmutación (f_{SW4}) en el cuarto intervalo de control (I_4) y con una quinta frecuencia de conmutación (f_{SW5}) en el quinto intervalo de control (I_5); y

40 determinar la primera característica de potencia (PC_1) y la segunda característica de potencia (PC_2) comprende adquirir y almacenar primeras medidas de potencia ($P_1(f_{SW2}), P_1(f_{SW3})$) asociadas con el funcionamiento del primer calentador inductivo (3) solo en el segundo intervalo de control (I_2) y en el tercer intervalo de control (I_3) y adquirir y almacenar segundas medidas de potencia ($P_2(f_{SW4}), P_2(f_{SW5})$) asociadas con el funcionamiento del segundo calentador inductivo (4) solo en el cuarto intervalo de control (I_4) y en el quinto intervalo de control (I_5) a partir de la potencia activa detectada.

45 14. El método según la reivindicación 13, en el que determinar la primera característica de potencia (PC_1) y la segunda característica de potencia (PC_2) comprende:

determinar primeros puntos de característica de referencia ($\tau_{SW2}; P_1(f_{SW2})$), ($\tau_{SW3}; P_1(f_{SW3})$) a partir de las primeras medidas de potencia ($P_1(f_{SW2}), P_1(f_{SW3})$) y a partir de la segunda frecuencia de conmutación (f_{SW2}) y la tercera frecuencia de conmutación (f_{SW3});

50 determinar segundos puntos de característica de referencia ($\tau_{SW4}; P_2(f_{SW4})$), ($\tau_{SW5}; P_2(f_{SW5})$) a partir de las segundas medidas de potencia ($P_2(f_{SW4}), P_2(f_{SW5})$) y a partir de la cuarta frecuencia de conmutación (f_{SW4}) y la quinta frecuencia de conmutación (f_{SW5}); y

interpolar los primeros puntos de característica de referencia ($\tau_{SW2}; P_1(f_{SW2})$), ($\tau_{SW3}; P_1(f_{SW3})$) y los segundos puntos de característica de referencia ($\tau_{SW4}; P_2(f_{SW4})$), ($\tau_{SW5}; P_2(f_{SW5})$).

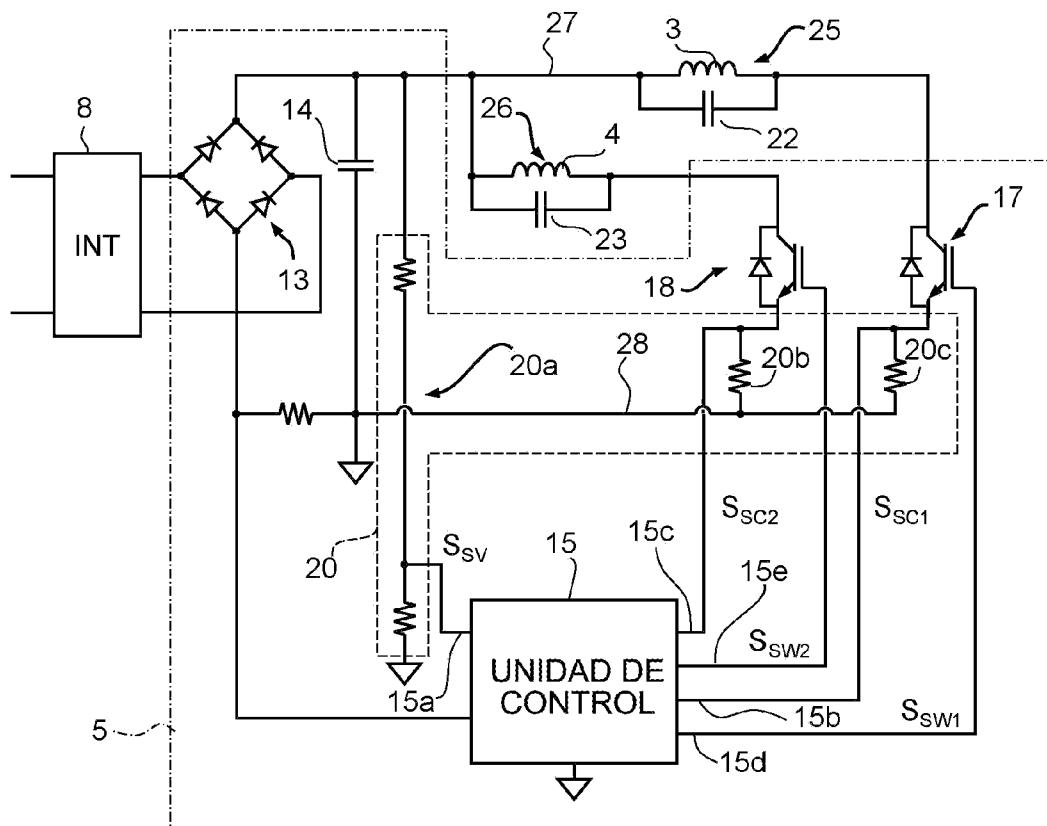
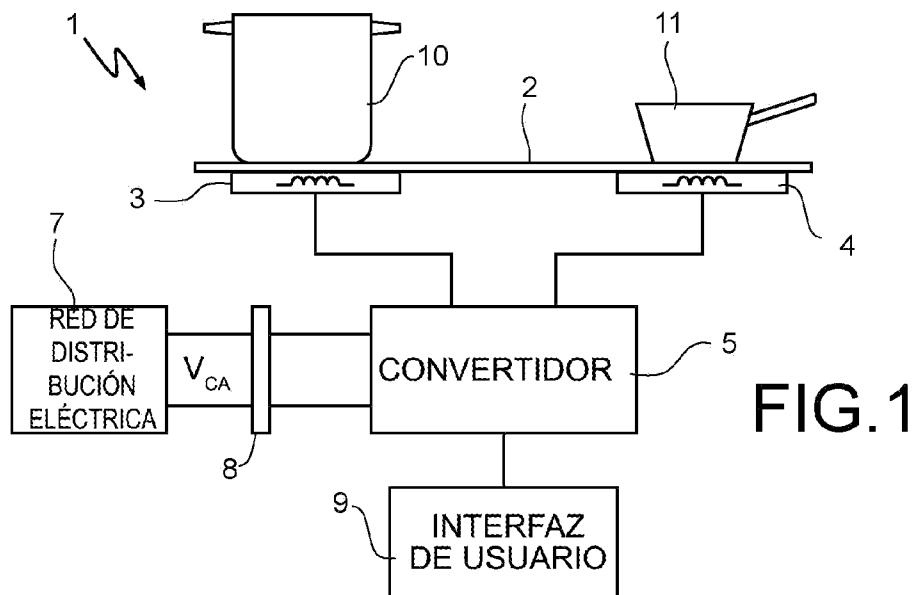
15. El método según la reivindicación 13 o 14, que comprende determinar al menos una primera duración (T_1) del primer intervalo de control (I_1), la primera frecuencia de conmutación (f_{sw1}) y la segunda frecuencia de conmutación (f_{sw2}) a partir de las siguientes ecuaciones:

$$P_1' = (P_1(f_{sw1})T_1 + P_1(f_{sw2})T_2 + P_1(f_{sw3})T_3)/T$$

5 $P_2' = (P_2(f_{sw1})T_1 + P_2(f_{sw4})T_4 + P_2(f_{sw5})T_5)/T$

en las que P_1' y P_2' son un primer objetivo de potencia y un segundo objetivo de potencia para el primer calentador por inducción (3) y el segundo calentador por inducción (4), respectivamente, $P_1(f_{sw1})$, $P_1(f_{sw2})$ y $P_1(f_{sw3})$ indican la potencia suministrada por el primer calentador por inducción (3) cuando se hace funcionar a la primera frecuencia de conmutación (f_{sw1}), a la segunda frecuencia de conmutación (f_{sw2}) y a la tercera frecuencia de conmutación (f_{sw3}), respectivamente, $P_2(f_{sw1})$, $P_2(f_{sw4})$ y $P_2(f_{sw5})$ indican la potencia suministrada por el segundo calentador por inducción (4) cuando se hace funcionar a la primera frecuencia de conmutación (f_{sw1}), a la cuarta frecuencia de conmutación (f_{sw4}) y a la quinta frecuencia de conmutación (f_{sw5}), respectivamente, T_1-T_5 son las duraciones respectivas de los intervalos de control primero a quinto (I_1-I_5) y T es la duración del periodo de control (I_0).

15



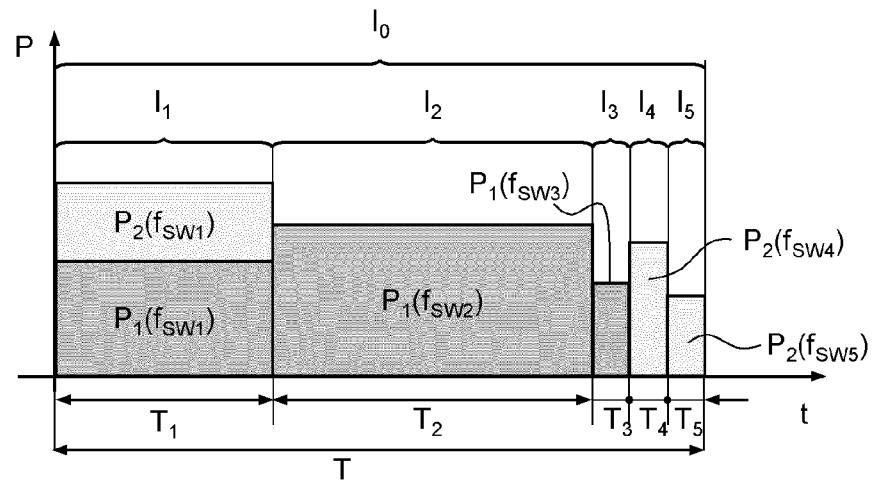


FIG.3

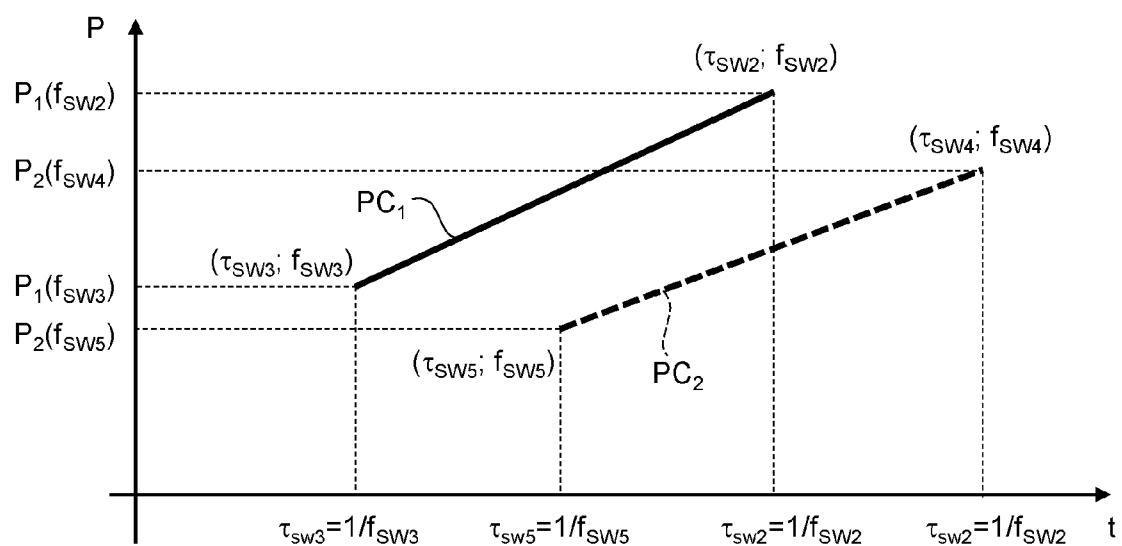


FIG.4

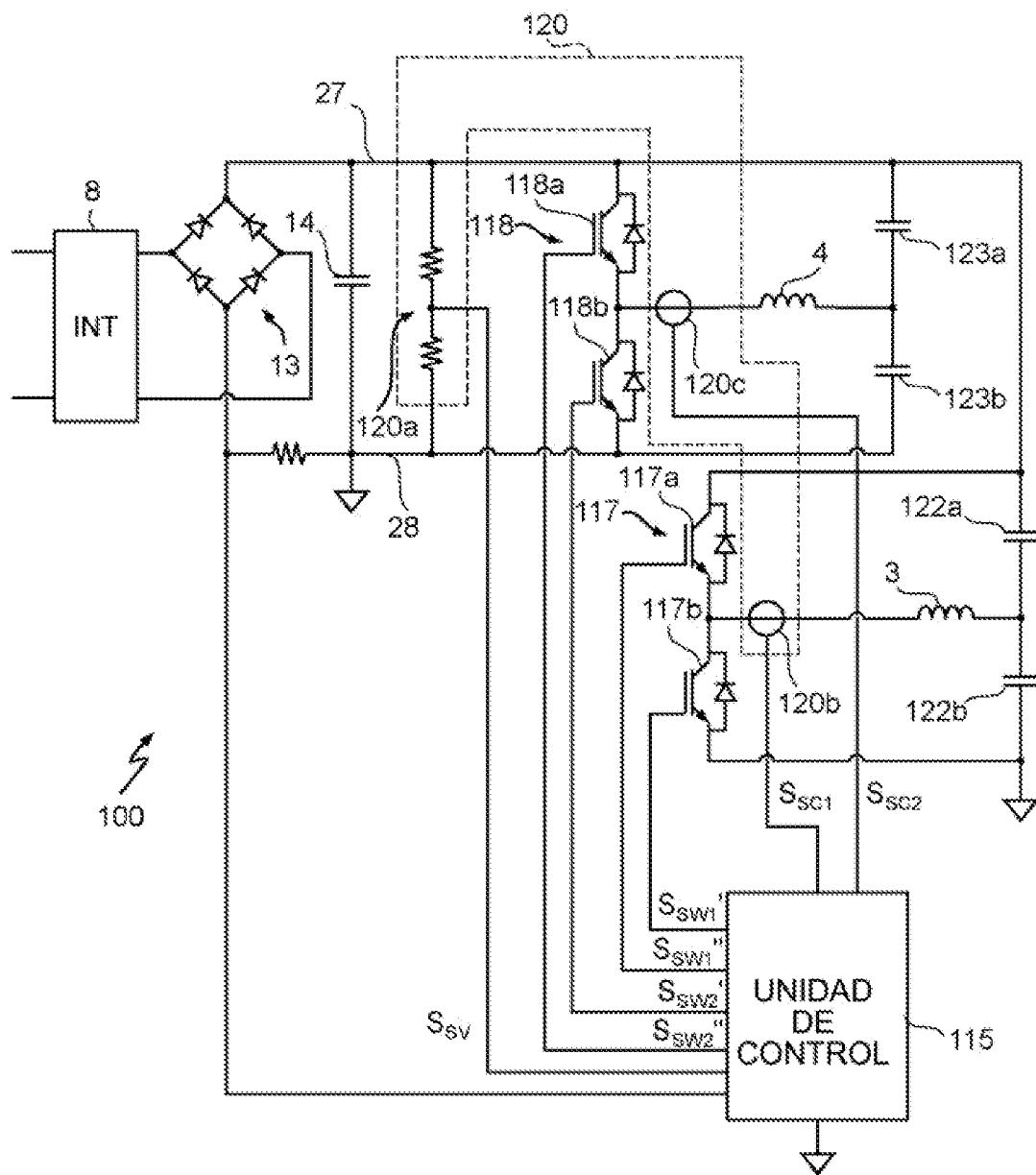


FIG.5