

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 247**

51 Int. Cl.:

**A23F 5/04** (2006.01)

**A23N 12/08** (2006.01)

**A23N 12/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.04.2021 PCT/EP2021/061007**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.11.2021 WO21219652**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2021 E 21721114 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2024 EP 4142505**

54 Título: **Sistema para calibración de aparatos tostadores**

30 Prioridad:

**27.04.2020 EP 20171668**

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

**30.09.2024**

73 Titular/es:

**SOCIÉTÉ DES PRODUITS NESTLÉ S.A. (100.0%)  
Avenue Nestlé 55  
1800 Vevey, CH**

72 Inventor/es:

**DUBIEF, FLAVIEN, FLORENT;  
BIGLER, NICOLAS;  
PINDJUROV, RISTE y  
MARTIN, VINCENT**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 980 247 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

Sistema para calibración de aparatos tostadores

## 5 Campo de la invención

La presente invención se relaciona con aparatos tostadores de granos de café y dispositivos para calibrar tales aparatos.

## 10 Antecedentes de la invención

El tostado de granos de café consiste en introducir granos de café en una cámara de tostado y aplicar calentamiento a dichos granos.

15 Generalmente, el aparato tostador comprende una cámara para contener granos de café, un dispositivo térmico para calentar el aire suministrado a la cámara, una sonda de temperatura para regular la temperatura suministrada por el dispositivo térmico y un controlador que está en comunicación operativa con la sonda de temperatura y el dispositivo térmico. El controlador funciona para activar y desactivar el dispositivo térmico. El controlador ha almacenado en este, un perfil de tostado predefinido, que comprende una pluralidad de puntos de datos que corresponden a un tiempo y temperatura particulares. El controlador funciona sobre una base periódica para leer un valor de señal de control de tostado, correlacionar ese valor de señal de control de tostado con el perfil de tostado y controlar la operación del dispositivo térmico para mantener la temperatura de los granos de café de acuerdo con el perfil de tostado.

25 Este perfil de tostado predefinido se define usualmente para un tipo particular de granos de café y por un experto en café. El perfil de tostado se define para proporcionar el tostado óptimo de este tipo de granos de café y reproducir este perfil de tostado es una garantía de que no se desperdician granos.

30 Para reproducir este perfil de tostado, es esencial que el aparato tostador pueda aplicar exactamente la temperatura requerida del perfil de tostado. Usualmente, esto se obtiene al regular la temperatura dentro de la cámara de tostado en sí misma que está dentro de la capa de granos de café. Por ejemplo, US6053093 proporciona un aparato tostador con termosensores inmerso dentro de la cámara de tostado. El documento US-2006/0266229 divulga un sistema tostador de café automatizado, que comprende medios para la calibración y la configuración del sistema.

35 Aun así, dependiendo del tipo de aparato tostador, no siempre se desea o es posible introducir un sensor de temperatura dentro de la cámara de tostado para medir la temperatura dentro de la capa de granos de café.

40 Primero, no es deseable tener un sensor de temperatura dentro de la cámara y la capa de granos de café ya que este sensor puede ensuciarse rápidamente y proporcionar medidas erróneas o requerir operaciones de limpieza o mantenimiento frecuentes. Y, si el sensor de temperatura se ubica en una parte de la cámara donde puede protegerse de la suciedad, que está lejos del contacto directo con los granos, las medidas son menos confiables. Otros sensores pueden estar presentes en la salida de la cámara aún fuera de la cámara como en WO2018021081 o US6770315.

45 En segundo lugar, en algunos aparatos, es difícil proporcionar tal sensor de temperatura interior, en particular, en una cámara que se ha extraído del aparato para la operación de introducir y vaciar los granos. Dado que la temperatura necesita conectarse a la unidad de procesamiento del aparato, cada operación de tostado requeriría la desconexión del sensor. Desconectar el sensor de temperatura en cada operación de tostado sería complejo o introduciría fragilidad en el aparato. En este tipo de aparato, se prefiere regular la temperatura con al menos un sensor fijo localizado fuera de la cámara, preferentemente cerca del dispositivo térmico, que está cerca de la entrada del aire caliente dentro de la cámara.

50 Con este tipo de aparato tostador que comprende una sonda de temperatura fuera de la cámara de tostado, para cada tipo de granos, se define un perfil de tostado específico con un aparato maestro. Este perfil de tostado específico definido con el aparato maestro corresponde a la temperatura del aire caliente proporcionado por un dispositivo térmico y regulado por dicha al menos una sonda de temperatura ubicada fuera de la cámara.

55 Cuando se fabrica una serie de aparatos tostadores idénticos, se ha observado que, incluso al operar el dispositivo térmico de cada aparato para aplicar el mismo perfil de tostado como se define con el aparato maestro basado en la regulación de la temperatura medida con una sonda de temperatura calibrada correctamente, tostar los mismos granos en aparatos idénticos no siempre fue consistente: el color y el aroma de los granos de café diferían. La falta de consistencia para reproducir un perfil de tostado similar ocurrió entre los nuevos aparatos tostadores fabricados y el aparato maestro pero también entre dos aparatos tostadores de la misma serie.

60 Un objetivo de la presente invención es proporcionar una solución a este problema de tostar consistentemente el mismo perfil de tostado en diferentes aparatos tostadores.

65 Sería ventajoso proporcionar una solución para medir la temperatura experimentada por los granos en cada aparato

tostador para verificar que el tostado aplicado a los granos sea similar en diferentes aparatos tostadores.

Sería ventajoso proporcionar una solución para medir la temperatura experimentada por los granos en cada aparato tostador sin tener que introducir los granos dentro del aparato tostador

5

Sumario de la invención

En un primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema de tostado de granos de café que comprende:

- 10 - un aparato tostador de granos de café, dicho aparato comprende:
- . una cámara de tostado dedicada para contener granos de café,
  - . un dispositivo térmico para suministrar un flujo de aire caliente a la cámara,
  - 15 . al menos una primera sonda de temperatura para regular la temperatura del aire suministrada por el dispositivo térmico, dicha primera sonda de temperatura se ubica fuera de la cámara,
  - . un sistema de control configurado para controlar el dispositivo térmico y configurado para reproducir curvas de tostado, cada una de dichas curvas de tostado proporcionan un conjunto de puntos ( $T@t_i$ ;  $t_i$ ) que representa la temperatura que se aplicará en tiempos discretos sucesivos  $t_i$ , respectivamente, dicho control del dispositivo térmico se basa en la temperatura  $T_{reg}$  regulada por la al menos una primera sonda de temperatura,
  - 20 y
- al menos una segunda sonda de temperatura configurada para ser introducida temporalmente dentro del aparato tostador para medir la temperatura dentro de la cámara de tostado, y
- 25 - un medio para simular temporalmente la presencia de granos de café dentro de la cámara durante una operación de tostado y configurado para crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente mientras la cámara está libre de granos de café.

30 El sistema comprende primero un aparato tostador de granos de café que comprende al menos: una cámara para contener granos de café y dedicada al tostado, un dispositivo térmico, al menos una primera sonda de temperatura para regular la temperatura suministrada por el dispositivo térmico y ubicada fuera de la cámara y un sistema de control.

35 Este aparato tostador es tal que no comprende ninguna sonda dentro de la cámara durante la operación de tostado de granos de café, en particular cualquier sonda configurada para medir la temperatura dentro de la cámara para proporcionar la temperatura como una entrada en un circuito de retroalimentación de regulación. En ciertas modalidades del sistema, el aparato tostador puede comprender una sonda de medición dentro de la cámara de tostado pero durante solo una operación de calibración.

40 La cámara se diseña para contener los granos de café durante el proceso de tostado. En la cámara, los granos de café se calientan y, preferentemente, se mezclan para homogeneizar el calor a través de los granos.

45 El mezclado puede obtenerse con un lecho fluidizado de aire caliente o mecánicamente con paletas agitadoras o mediante la rotación de un tambor giratorio.

50 Preferentemente el aparato tostador es una cámara de lecho fluidizado de aire caliente. Dentro de tal cámara, el aire caliente se empuja a través de una pantalla o una placa perforada debajo de los granos de café con suficiente fuerza para levantar los granos. El calor se transfiere a los granos a medida que giran y circulan dentro de este lecho fluidizado.

Alternativamente el aparato tostador puede ser una cámara de tambor en donde los granos de café se voltean en un ambiente calentado. La cámara de tambor puede consistir en un tambor que gira a lo largo de un eje horizontal o la cámara de tambor puede comprender paletas agitadoras para voltear los granos de café en un ambiente calentado.

55 La cámara comprende, usualmente, una salida desde la cual se produjo humo durante la operación de tostado.

60 El dispositivo térmico calienta el aire suministrado a la cámara para calentar los granos de café contenidos en la cámara. Preferentemente, el dispositivo térmico se configura para producir un flujo de aire caliente, dicho flujo de aire caliente se dirige hacia los granos de café contenidos en la cámara para calentarlos. Usualmente, el dispositivo térmico comprende al menos un impulsor de aire y un calentador para calentar el flujo de aire producido por el impulsor de aire.

65 El dispositivo térmico puede comprender un quemador (es decir, combustión) alimentado por gas natural, gas de petróleo licuado (LPG, por sus siglas en inglés) o incluso madera. Alternativamente, el dispositivo térmico puede comprender una resistencia eléctrica, un calentador de cerámica, una fuente de halógeno, una fuente de infrarrojos y/o una fuente de microondas.

- 5 Preferentemente, el dispositivo térmico se energiza eléctricamente de manera que los contaminantes del aire producidos durante el tostado sean contaminantes generados por el calentamiento de los granos de café en sí y no por la quema de gases como sucede cuando la fuente de calentamiento es un quemador de gas que usa gas natural, propano, gas de petróleo licuado (LPG) o incluso madera.
- 10 El aparato comprende al menos una primera sonda de temperatura para regular la temperatura suministrada por el dispositivo térmico. La temperatura medida por esta sonda se usa como datos de entrada del sistema de control en el control del circuito de retroalimentación. La primera sonda de temperatura se ubica fuera de la cámara, lo que significa que no hace contacto con los granos de café durante la operación de tostado. Preferentemente, esta primera sonda se ubica en el aparato para medir la temperatura del aire caliente suministrada a la cámara, que está entre el dispositivo térmico y la cámara. Esta posición, que está corriente arriba de la cámara, evita que la sonda se ensucie mediante los granos y el humo se genere mediante los granos.
- 15 Para mejorar la precisión de la medida de aire caliente suministrado a la cámara, el aparato puede comprender al menos dos primeras sondas de temperatura. Estas primeras sondas pueden ubicarse en un conducto configurado para impulsar el flujo de aire caliente desde el dispositivo térmico a la cámara, preferentemente, en una constricción transversal local de dicho conducto, cada sonda se ubica en posiciones radiales diferentes en dicha constricción transversal local.
- 20 Opcionalmente, el aparato puede comprender otra primera sonda corriente abajo de la cámara. Aun así, esta posición de esta sonda corriente abajo de la cámara es menos preferida debido al contacto con el humo emitido por la operación de tostado, lo que resulta en la suciedad y el impacto en la medida precisa de la temperatura.
- 25 El sistema de control del aparato es operable para controlar el dispositivo térmico para reproducir curvas de tostado, dichas curvas de tostado proporcionan al menos un conjunto de puntos ( $T@t_i$ ;  $t_i$ ) representando la temperatura que se aplicará en tiempos discretos sucesivos  $t_i$ , respectivamente. Este control del dispositivo térmico se basa en la temperatura  $T_{reg}$  regulada por la al menos una primera sonda de temperatura en un control del circuito de retroalimentación.
- 30 Si el aparato comprende más de una primera sonda, el valor promedio de las medidas de todas dichas sondas puede ser usado por el sistema de control como la temperatura  $T_{reg}$  en el control del circuito de retroalimentación.
- 35 En segundo lugar, el sistema comprende al menos una segunda sonda de temperatura configurada para ser introducida temporalmente solo dentro del aparato tostador para medir la temperatura dentro de la cámara de tostado. La presencia temporal de la al menos una sonda secundaria permite medir la temperatura dentro de la cámara o dentro de la cámara temporal durante un proceso de calibración del aparato tostador.
- 40 Una o varias sondas secundarias pueden introducirse dentro del aparato tostador. Cuando se usan más de una sonda secundaria, estas sondas pueden ubicarse en diferentes zonas de la cámara. Preferentemente, estas sondas se ubican en la misma sección transversal de la cámara.
- 45 En tercer lugar, el sistema comprende al menos un medio configurado para crear temporalmente una pérdida de presión del flujo de aire caliente dentro de la cámara mientras la cámara está libre de granos de café para simular la presencia de granos de café dentro de la cámara durante una operación de tostado.
- 50 Este medio simula el comportamiento del flujo de aire caliente cuando se introduce en una capa de granos de café dentro de la cámara de tostado. Durante una operación de tostado normal, el flujo de aire introducido en la entrada de la cámara de tostado se ve afectado por la presencia de granos de café que atraviesa y mueve: ahí el flujo de aire experimenta una pérdida de presión.
- 55 El medio de simulación tiene como objetivo reproducir esta pérdida de presión del flujo de aire caliente a través de la cámara está libre de granos.
- 60 Como resultado, la temperatura medida en la al menos una sonda temporal refleja la temperatura proporcionada en la cámara como si los granos de café estuvieran presentes en la cámara.
- 65 La introducción temporal de la segunda sonda de temperatura y la simulación temporal de la presencia de granos permiten medir la temperatura dentro de la cámara del aparato tostador independientemente del uso de granos de café y, en consecuencia, la calibración del dispositivo térmico del aparato tostador puede implementarse independientemente de la presencia de granos.
- En una modalidad del sistema:
- el dispositivo térmico del aparato tostador comprende un impulsor de flujo de aire y un calentador y el sistema de control del aparato tostador se configura para operar dicho impulsor de flujo de aire para ajustar el flujo de aire,

- y
- el medio configurado para crear temporalmente una pérdida de presión del flujo de aire caliente dentro de la cámara mientras la cámara está libre de granos de café es el impulsor de flujo de aire.

5 Con este tipo de dispositivo térmico del aparato tostador, el flujo de aire puede operarse para generar un flujo de aire en dirección de la entrada de la cámara. Durante una operación de tostado, el flujo generado se configura para calentar los granos y para agitar y levantar los granos. Específicamente, el impulsor de flujo de aire puede ser un ventilador accionado por un motor. El calentador puede operarse para calentar el flujo de aire generado por el impulsor de flujo de aire con el resultado de que el flujo de aire se calienta antes de entrar en la cámara para calentar y levantar los granos. En la presente modalidad, el sistema de control del aparato tostador se configura para permitir el control del flujo de aire generado por el impulsor de flujo de aire.

10 Cuando la cámara está libre de granos, la simulación de la presencia de granos puede obtenerse al controlar el impulsor de aire.

15 En otra modalidad, el medio configurado para crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente mientras la cámara está libre de granos de café comprende al menos un dispositivo extraíble diseñado para restringir el flujo de aire caliente dentro y/o corriente abajo de la cámara.

20 Tal dispositivo que restringe el flujo de aire crea una contrapresión o una pérdida de presión como los granos de café cuando están presentes dentro de la cámara de tostado.

25 Por extraíble, se entiende que este dispositivo puede ubicarse fácil y temporalmente dentro del aparato tostador y, después, extraerse.

Este dispositivo que restringe el flujo de aire puede comprender una rejilla, una malla, una placa con al menos un orificio y/o una tubería con un diseño venturi.

30 Este dispositivo puede introducirse y extraerse ya sea manual o automáticamente.

En un modo de esta última modalidad, el al menos un dispositivo extraíble diseñado para restringir el flujo de aire caliente dentro y/o corriente abajo de la cámara es una parte integrada y móvil del aparato tostador de granos de café, y el aparato tostador comprende medios configurados para mover el al menos un dispositivo y para ubicar dicho dispositivo temporalmente y de manera extraíble dentro o en la salida de la cámara del aparato tostador.

35 En otro modo de la última modalidad:

- la cámara de tostado dedicada del aparato tostador de granos de café es extraíble del aparato tostador, y
- el aparato tostador de granos de café comprende un área diseñada para recibir y sostener dicha cámara de tostado dedicada extraíble, y
- el al menos un dispositivo extraíble diseñado para restringir el flujo de aire caliente dentro y/o corriente abajo de la cámara es parte de una cámara de calibración, dicha cámara de calibración se configura para ser introducida de manera extraíble dentro del área de retención y recepción en lugar de la cámara de tostado dedicada.

45 Preferentemente, este sistema comprende un aparato tostador en donde la cámara es una cámara de capa de fluido de aire caliente. Esta cámara puede extraerse del aparato para introducir los granos que van a tostarse o extraerse los granos tostados. Típicamente, este tipo de cámara no comprende cualquier sonda de temperatura ubicada dentro de la cámara debido a esta necesidad de extraer la cámara del aparato frecuentemente.

50 En este modo, el sistema comprende una cámara de calibración similar a la cámara dedicada a la operación de tostado, excepto que esta cámara de calibración es al menos un dispositivo extraíble diseñado para restringir el flujo de aire caliente dentro y/o corriente abajo de la cámara.

55 En consecuencia, cuando se requiere simular la presencia de granos dentro de la cámara de tostado, la cámara dedicada de tostado se extrae del aparato y se reemplaza mediante la cámara de calibración.

En otro modo de la última modalidad, el medio configurado para crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente mientras la cámara está libre de granos de café comprende objetos inertes granulares, dichos objetos inertes granulares se diseñan para simular los granos de café.

60 Por inerte, se entiende que estos objetos son de una naturaleza que no reaccionan químicamente mientras se les aplica calor. En una modalidad preferida, estos objetos inertes granulares son glóbulos de vidrio.

65 Estos objetos inertes granulares presentan la ventaja de no crear suciedad dentro de la cámara de tostado del aparato del sistema.

Preferentemente, el aparato tostador comprende medios configurados para ubicar la al menos una sonda secundaria temporalmente y de manera extraíble dentro o en la salida de la cámara del aparato tostador.

5 En un modo, la al menos una segunda sonda de temperatura puede ser una parte integrada del aparato tostador de granos de café y el aparato tostador puede comprender medios para mover dicha al menos una segunda sonda en el conducto conectado a la salida de la cámara. En ese modo, el aparato tostador comprende permanentemente la al menos una segunda sonda de temperatura pero dicha sonda puede operarse solo temporalmente cuando se mueve para ubicarse en el conducto conectado a la salida de la cámara de tostado.

10 Aunque esta segunda sonda de temperatura no se ubica dentro de la cámara de tostado, proporciona medidas cercanas a la temperatura dentro de la cámara  $T_{cal}$ . Debido al hecho de que esta sonda puede moverse para ubicarse dentro del conducto conectado a la salida de la cámara de tostado y, después, moverse lejos de este conducto, esta sonda puede protegerse del humo emitido durante la operación de tostado y solo usarse durante una operación de calibración en condiciones apropiadas.

15 En otro modo, la al menos una segunda sonda de temperatura es un dispositivo externo al aparato tostador de granos de café y el aparato de granos de café comprende una abertura diseñada para introducir la al menos una segunda sonda de temperatura de una manera hermética dentro de la cámara o en el conducto conectado a la salida de la cámara.

20 En ese modo, la al menos una segunda sonda de temperatura no es parte del aparato tostador. Es un dispositivo separado.

25 El aparato tostador comprende una abertura para deslizar la al menos una segunda sonda de temperatura dentro de la cámara. Una vez introducida en la abertura, la conexión entre la sonda y la abertura es hermética, por ejemplo, por medio de un sello elástico hermético.

30 Preferentemente, una vez que esta al menos una sonda secundaria se ha introducido dentro de la cámara, se ubica en la mitad superior de la cámara. En esta posición, el flujo de aire caliente introducido a través de la parte inferior de la cámara es más homogéneo que en la entrada de la cámara y refleja con mayor precisión la temperatura dentro de la cámara.

En otro modo:

- 35
- la cámara de tostado dedicada del aparato tostador de granos de café es extraíble del aparato tostador, y
  - el aparato tostador de granos de café comprende un área diseñada para recibir y sostener la cámara dedicada extraíble, y
  - la al menos una segunda sonda de temperatura es parte de una cámara de calibración, dicha cámara de calibración se configura para ser introducida temporalmente dentro del área de retención y recepción en lugar de la cámara de tostado dedicada.
- 40

En consecuencia, cuando se requiere ubicar al menos una segunda sonda de temperatura dentro de la cámara de tostado, la cámara dedicada al tostado se extrae del aparato y se reemplaza mediante la cámara de calibración que sostiene la al menos una segunda sonda de temperatura.

45 En una modalidad, el aparato tostador de granos de café comprende:

- una cámara dedicada a la calibración, dicha cámara de calibración comprende:
  - 50 . la al menos una segunda sonda de temperatura,
  - . y opcionalmente al menos un dispositivo diseñado para restringir el flujo de aire para simular la presencia de granos de café dentro de la cámara durante una operación de tostado,
  - y
- 55 medios para guiar el flujo de aire caliente suministrado por el dispositivo térmico a la cámara dedicada al tostado de los granos de café o a la cámara dedicada a la calibración.

60 En esta modalidad, el sistema se incorpora en un aparato tostador de granos de café único que comprende una cámara dedicada al tostado de granos de café durante la operación de tostado usual y una cámara dedicada a la calibración del dispositivo térmico solo durante un modo de calibración específico. El impulsor térmico de aire suministra aire caliente a la cámara de tostado o a la cámara de calibración dependiendo del modo. El aparato comprende medios para proporcionar aire caliente a una o a la otra cámara alternativamente.

65 La cámara de calibración comprende la segunda sonda de temperatura y, eventualmente, al menos un dispositivo mecánico para simular la presencia de granos de café como se describió anteriormente. Alternativamente, si el sistema de control del aparato tostador se configura para operar el impulsor de flujo de aire para ajustar

/modificar/adaptar/cambiar el flujo de aire, la simulación de la presencia de los granos de café puede producirse sin tal dispositivo mecánico.

5 En todos los modos y modalidades, pueden introducirse varias sondas secundarias. Cuando se usan más de una sonda secundaria, estas sondas pueden ubicarse en diferentes zonas de la cámara y del conducto de salida.

Cualquiera que sea el modo, el sistema de control del aparato tostador puede configurarse:

- 10
- para recibir la entrada de la temperatura medida por dicha al menos una segunda sonda de temperatura, y
  - para implementar un proceso de calibración del dispositivo térmico del aparato tostador basado en dicha entrada.

15 En este sistema, la al menos una segunda sonda de temperatura está presente y puede operarse dentro de la cámara de tostado durante el modo de calibración solo del aparato. Durante la operación de tostado normal, esta segunda sonda no se ubica en la cámara o corriente abajo de la cámara de tostado.

La cámara de tostado dedicada carece de cualquier sonda de temperatura ubicada dentro de la cámara o corriente abajo de la cámara de tostado y configurada para proporcionar la temperatura como una entrada en un circuito de retroalimentación de regulación del dispositivo térmico durante el tostado.

20 Preferentemente, el aparato comprende una interfaz de usuario y el sistema de control puede configurarse para hacer el modo de calibración que implementa el proceso de calibración accesible a través de la interfaz de usuario.

25 En el modo de calibración, el sistema de control puede configurarse para pedir al operador introducir la al menos una segunda sonda de temperatura dentro de la cámara o reemplazar la cámara por una cámara de calibración, dicha cámara de calibración comprende al menos una segunda sonda de temperatura. La interfaz de usuario puede mostrar esquemas para ilustrar la operación de introducir la segunda sonda de temperatura temporal o la cámara de calibración temporal.

30 En un segundo aspecto, se proporciona una cámara de calibración configurada para ser introducida en lugar de la cámara de tostado de un aparato tostador de granos de café, dicho aparato tostador de granos de café comprende:

- 35
- una cámara de tostado para contener los granos de café, dicha cámara es extraíble,
  - un dispositivo térmico para suministrar un flujo de aire caliente a la cámara,
  - al menos una primera sonda de temperatura para regular la temperatura del aire suministrada por el dispositivo térmico, dicha primera sonda de temperatura se ubica fuera de la cámara,
  - un sistema de control configurado para controlar el dispositivo térmico y configurado para reproducir curvas de tostado, cada una de dichas curvas de tostado proporciona un conjunto de puntos ( $T@t_i; t_i$ ) que representa la temperatura que se aplicará en tiempos discretos sucesivos  $t_i$ , respectivamente, dicho control del dispositivo térmico se basa en la temperatura  $T_{reg}$  regulada por la al menos una primera sonda de temperatura,
- 40

dicha cámara de calibración comprende:

- al menos una segunda sonda de temperatura.

45 Esta cámara de calibración se configura para reemplazar la cámara de tostado del aparato tostador durante una operación de calibración del dispositivo térmico de dicho aparato. Está diseñada para ajustarse herméticamente dentro del aparato tostador de la misma manera que el aparato tostador dedicado.

50 La misma cámara de calibración puede usarse para una serie de aparatos tostadores similares.

Preferentemente, el diseño interno de la cámara de calibración es simétrico alrededor de un eje vertical longitudinal. Preferentemente, la al menos una segunda sonda de temperatura se ubica a lo largo/sobre dicho eje.

55 Este diseño simétrico permite la introducción de la cámara de calibración en cualquier posición dentro del aparato tostador sin ningún impacto en la introducción del flujo de aire caliente dentro de la cámara a través de la entrada inferior de la cámara y ningún impacto en la temperatura medida por la segunda sonda de temperatura.

60 En un modo, la cámara de calibración comprende al menos un dispositivo diseñado para restringir el flujo de aire caliente dentro de dicha cámara de calibración. Este dispositivo se configura para crear un obstáculo para el flujo de aire.

En una cámara de calibración preferida, el al menos un dispositivo diseñado para restringir el flujo de aire caliente dentro de la cámara de calibración puede comprender:

- 65
- una primera placa perforada por orificios y ubicada en la parte inferior de la cámara de calibración,
  - una segunda placa perforada por orificios y ubicada corriente abajo de la al menos una segunda sonda de

temperatura, los orificios se diseñan para llevar el flujo de aire para converger a la al menos una segunda sonda de temperatura,

- una tercera placa perforada por orificios y ubicada entre la primera placa y la al menos una segunda sonda de temperatura.

5 En otro modo, la cámara de calibración es un tubo, dicho tubo presenta una sección transversal inferior a la sección transversal de la cámara de tostado del aparato tostador, opcionalmente dicho tubo comprende:

- una primera placa perforada por al menos un orificio y ubicada en la parte inferior de la cámara de calibración, y/o
- 10 - una segunda placa perforada por al menos un orificio y ubicada corriente abajo de la al menos una segunda sonda de temperatura (3).

En una implementación particular de ese modo, la primera y/o la segunda placa puede comprender medios para ajustar la sección libre del orificio, como un diafragma.

15 En un **tercer aspecto**, se proporciona un proceso para calibrar el aparato tostador de un sistema tal como se describió anteriormente y que comprende las etapas de:

a - introducir temporalmente la al menos una segunda sonda de temperatura dentro del aparato tostador,

20 b - mientras la cámara está libre de granos, controlar el dispositivo térmico para reproducir una curva  $R_{set}$  predeterminada, dicha curva predeterminada proporciona una serie de puntos ( $T_{set@t_i}$ ,  $t_i$ ) que representa la temperatura  $T_{set@t_1}$ ,  $T_{set@t_2}$ , ...  $T_{set@t_{final}}$  que se aplicará en tiempos sucesivos correspondientes predeterminados  $t_1$ ,  $t_2$ , ...,  $t_{final}$  respectivamente, dicho control se basa en la temperatura  $T_{reg}$  medida por la al menos una primera sonda de temperatura (5),

25 y crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente para simular la presencia de granos de café dentro de la cámara durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada,

30 c - durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada, medir la temperatura  $T_{cal}$  en función del tiempo dentro de la cámara en la al menos una segunda sonda de temperatura que permite la determinación de al menos un conjunto de puntos ( $T_{cal@t_i}$ ,  $t_i$ ),

35 d - comparar la temperatura  $T_{cal@t_i}$  medida en al menos un tiempo  $t_i$  con la temperatura  $T_{ref@t_i}$  en el mismo tiempo  $t_i$  de una curva de referencia  $R_{ref}$  predeterminada obtenida con el aparato tostador maestro (M), la curva de referencia  $R_{ref}$  representa la temperatura  $T_{ref}$  medida en la cámara del aparato maestro (M) específico mientras se controla el dispositivo térmico del aparato maestro para reproducir la curva  $R_{set}$  predeterminada,

40 e - basado en esta comparación, calibrar el aparato tostador (X) al aplicar una corrección a la regulación del circuito de retroalimentación, preferentemente al aplicar una corrección a la temperatura  $T_{reg}$  medida por la primera sonda de temperatura (5) o al aplicar una corrección a las temperaturas  $T_{@t_i}$  proporcionadas por las curvas de tostado que van a reproducirse mediante el aparato tostador (X).

45 El proceso se relaciona con la calibración de un aparato tostador (X) de granos de café para hacerlo consistente en la reproducción de recetas de tostado de granos de café que se definieron con un aparato tostador maestro específico (M). Usualmente, una receta de tostado es definida para un tipo específico de granos de café o una mezcla específica de diferentes granos por un experto en café que opera un aparato tostador particular. Este aparato tostador con el cual el experto ha definido las recetas de tostado se define como el aparato tostador maestro.

50 El proceso de calibración tiene como objetivo permitir la reproducción consistente de las recetas de tostado de granos de café definidas con el aparato tostador maestro específico (M) con otros aparatos (X) que son, usualmente, copias de fabricación del aparato tostador maestro específico (M).

Dependiendo del sistema, en la primera etapa a) el proceso de calibración puede comprender:

- 55 - introducir al menos una segunda sonda de temperatura temporal dentro o en la salida de la cámara del aparato tostador que se calibrará, o
- reemplazar dicha cámara por una cámara de calibración temporal, dicha cámara de calibración temporal comprende al menos una segunda sonda de temperatura.

60 En ambos modos, la presencia de la al menos una sonda secundaria permite medir  $T_{cal}$  de temperatura dentro de la cámara o la cámara temporal durante el proceso de calibración.

65 Además, para crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente para simular la presencia de granos de café dentro de la cámara durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada y dependiendo del sistema, en la primera etapa a) el proceso de calibración puede comprender:

- introducir al menos un dispositivo extraíble diseñado para restringir el flujo de aire caliente dentro y/o corriente abajo de la cámara, o
- reemplazar la cámara por una cámara de calibración temporal, dicha cámara de calibración temporal comprende al menos un medio configurado para crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente,
- 5 - introducir objetos inertes granulares dentro de la cámara del aparato tostador que se calibrará, dichos objetos inertes granulares se diseñan para simular los granos de café.

10 En la etapa adicional b) el proceso de calibración comprende controlar el dispositivo térmico del aparato (X) para reproducir una curva  $R_{set}$  predeterminada, dicha curva predeterminada proporciona un conjunto de puntos ( $T_{set@t_i}$ ;  $t_i$ ) que representa la temperatura  $T_{set@t_1}$ ,  $T_{set@t_2}$ , ...  $T_{set@t_{final}}$  que se aplicará en tiempos sucesivos correspondientes predeterminados  $t_1$ ,  $t_2$ , ...,  $t_{final}$  respectivamente, dicho control se basa en la temperatura  $T_{reg}$  regulada por la al menos una primera sonda de temperatura.

15 Si está en el sistema el dispositivo térmico del aparato tostador comprende un impulsor de flujo de aire y un calentador y el sistema de control del aparato tostador se configura para operar dicho impulsor de flujo de aire para ajustar el flujo de aire, después durante la etapa b) el impulsor de flujo de aire puede ajustarse para crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente para simular la presencia de granos de café dentro de la cámara durante una operación de tostado.

20 Durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada, en una etapa simultánea c), el proceso de calibración comprende medir la temperatura  $T_{cal}$  dentro de la cámara en la al menos una segunda sonda de temperatura en función de tiempo. En consecuencia, esta etapa c) permite determinar al menos un conjunto de puntos ( $T_{cal@t_i}$ ;  $t_i$ ).

25 En una etapa d), el proceso de calibración comprende comparar la temperatura  $T_{cal@t_i}$  medida en al menos un tiempo  $t_i$  con la temperatura  $T_{ref@t_i}$  en dicho mismo tiempo  $t_i$  de una curva de referencia  $R_{ref}$  predeterminada obtenida con el aparato tostador maestro (M). Esta curva de calibración  $R_{ref}$  representa la temperatura  $T_{ref}$  medida en la cámara del aparato maestro (M) mientras se controla el dispositivo térmico del aparato maestro para reproducir la misma curva  $R_{set}$  predeterminada.

30 Como se describe además más abajo, esta etapa d) puede implementarse después o simultáneamente a las etapas b) y c).

35 Después, en una etapa e), basada en la comparación que resulta de la etapa d), el proceso de calibración comprende calibrar el aparato tostador (X) al aplicar una corrección a la regulación del circuito de retroalimentación. Preferentemente, esta corrección se aplica:

- a la temperatura medida  $T_{reg}$  en el sistema de control del aparato (X). Aquí, se entiende que, en el sistema de control, se corrige el valor de la temperatura medida por la al menos una primera sonda, basado en la comparación establecida en la etapa d), en la regulación del circuito de retroalimentación del dispositivo térmico.
- 40 o
- a las temperaturas  $T_{@t_i}$  proporcionadas por las curvas de tostado que se reproducirán dentro del sistema de control del aparato tostador. Aquí, se entiende que, en el sistema de control, se corrige el valor de la temperatura que se reproducirá mediante el dispositivo térmico, basado en la comparación establecida en la etapa d), en la regulación del circuito de retroalimentación del dispositivo térmico.

45 Dependiendo del tipo de aparato, el tipo de calentamiento (tal como la variación solo del calentador o solo ventilador o ambos el ventilador y el calentador), la corrección puede ser un factor de multiplicación, la combinación de un factor de multiplicación y una desviación, una corrección basada en una fórmula polinómica, una corrección basada en una fórmula de tipo logarítmica o solo una desviación. Usualmente, la corrección puede determinarse a través de métodos de regresión matemática bien conocidos que establecen la relación entre  $T_{cal@t_i}$  y  $T_{ref@t_i}$ .

50 En una modalidad del proceso de calibración:

- la etapa d) ocurre simultáneamente a la etapa c), y
- 55 - en la etapa c), durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada, en tiempos predefinidos  $t_{ref\ i}$ , se comparan las temperaturas  $T_{ref@t_{ref\ i}}$  y  $T_{cal@t_{ref\ i}}$  correspondientes y se aplica inmediatamente una corrección a la regulación del circuito de retroalimentación, preferentemente se aplica una corrección a la temperatura  $T_{reg}$  regulada por la primera sonda de temperatura o se aplica una corrección a las temperaturas  $T_{set@t_i}$  proporcionadas por la curva  $R_{set}$  predeterminada,
- 60 - en la etapa e), basado en la última corrección en la etapa c), se calibra el aparato tostador (X) al aplicar dicha última corrección a la regulación del circuito de retroalimentación, preferentemente al aplicar dicha última corrección a la temperatura  $T_{reg}$  medida por la primera sonda de temperatura o al aplicar dicha última corrección a las temperaturas  $T_{@t_i}$  proporcionadas por las curvas de tostado que se reproducirán mediante el aparato tostador (X).
- 65

Preferentemente, en el proceso de calibración, entre la etapa c) y la etapa d):

- 5 - el valor de la temperatura  $T_{cal@ti}$  medido en la al menos una segunda sonda de temperatura en la etapa c) puede ajustarse a un valor ajustado  $T_{cal@ti-ajustado}$ , dicho valor ajustado depende de la segunda sonda de temperatura introducida dentro de la cámara del aparato tostador que se calibrará o sobre la cámara de calibración temporal que reemplaza la cámara del aparato tostador que se calibrará,  
y
- 10 - en la etapa d) este valor ajustado  $T_{cal@ti-ajustado}$  puede compararse con la temperatura  $T_{ref@ti}$ . Se ha observado que al introducir diferentes segundas sondas de temperatura dentro de la cámara de tostado y operar el proceso de calibración con cada una de dichas segundas sondas de temperatura diferentes, se obtuvieron correcciones diferentes del circuito de retroalimentación del aparato tostador. De hecho, aunque las diferencias en las medidas de las diferentes sondas fueron muy pequeñas, una diferencia de pocos grados, estas diferencias impactaron directamente en el proceso de calibración. Realmente, se conoce que una diferencia de pocos grados Celsius afecta directamente el color final de los granos tostados por varios valores de CTN (prueba de color Neuhaus) y, obviamente, el sabor de los granos de café tostados finales. En un objetivo de reproducir lo más cerca posible el perfil de tostado aplicado en el aparato maestro, estas diferencias de medidas se toman en cuenta, preferentemente, durante el proceso de calibración.
- 20 Estas diferencias pueden relacionarse con la posición de la segunda sonda de temperatura dentro de la cámara de calibración temporal, con pequeñas diferencias de construcción mecánica de las cámaras de calibración temporal debido a la falta de precisión del ensamblaje, la varianza de la línea de producción, la varianza del componente, el envejecimiento del componente.
- 25 Usualmente, este ajuste se predetermina en una operación previa de calibración de la segunda sonda de temperatura temporal por sí misma. Esta calibración de la segunda sonda de temperatura temporal se realiza por comparación con una sonda ya ajustada.

30 Pueden aplicarse diferentes tipos de ajuste dependiendo de la relación entre las temperaturas de las dos sondas.

En un proceso preferido:

$$T_{cal@ti-ajustado} = K_{2probe} \cdot (T_{cal@ti})^2 + K_{1probe} \cdot T_{cal@ti} + T_{probe}$$

35 en donde:

40  $T_{probe}$  corresponde a una desviación de temperatura predeterminada, dicha desviación de temperatura predeterminada que se predetermina específicamente para la al menos una segunda sonda de temperatura temporal introducida dentro de la cámara del aparato tostador que se calibrará o para la cámara de calibración temporal que reemplaza la cámara del aparato tostador que se calibrará, o es igual a 0 por defecto,

45  $K_{1probe}$  y corresponde a una relación de temperatura predeterminada, dicha relación de temperatura predeterminada que se predetermina específicamente para la al menos una segunda sonda de temperatura temporal introducida dentro de la cámara del aparato tostador que se calibrará o para la cámara de calibración temporal que reemplaza la cámara del aparato tostador que se calibrará, o es igual a 1 por defecto,

50  $K_{2probe}$  y corresponde a una relación de temperatura predeterminada, dicha relación de temperatura predeterminada que se predetermina específicamente para la al menos una segunda sonda de temperatura temporal introducida dentro de la cámara del aparato tostador que se calibrará o para la cámara de calibración temporal que reemplaza la cámara del aparato tostador que se calibrará, o es igual a 0 por defecto,

En el proceso de ajuste de la temperatura, en la etapa c), durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada, el valor de  $T_{probe}$  y/o el valor de  $K_{1probe}$  y/o el valor de  $K_{2probe}$  puede variar con el tiempo y/o la temperatura.

55 Se ha observado que la diferencia de medida entre dos sondas de temperatura se amplifica a temperaturas mayores. Por consiguiente, el valor de los coeficientes  $T_{probe}$ ,  $K_{1probe}$  y  $K_{2probe}$  puede cambiar durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada de la etapa c) a medida que cambia la temperatura.

60 El modo preferido anterior usa un ajuste de la temperatura basada en un polinomio, pero aun así pueden aplicarse otros tipos de ajuste.

En un modo particular de la modalidad anterior del proceso de calibración:

- 65 - la etapa d) ocurre simultáneamente a la etapa c), y
- en la etapa c), durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada, en tiempos predefinidos  $t_{ref i}$ , se calcula la relación  $T_{ref@tref i} / T_{cal@tref i}$  correspondiente y se aplica inmediatamente una corrección: ya sea para las

temperaturas  $T_{set}$  proporcionadas por las curvas de tostado que se reproducirán, dicha corrección es un factor de multiplicación  $K_i$  definido de la siguiente manera:

$$K_i = K_0 \prod_{n=1}^i \frac{T_{ref@trefn}}{T_{cal@trefn}}$$

5 en donde  $K_0$  se predetermina, o es igual a 1 por defecto,  $\underline{0}$   
 . a la temperatura  $T_{reg}$  medida por la primera sonda de temperatura (5), dicha corrección es un factor de multiplicación  $\frac{1}{K_i}$ ,

10 - en la etapa e), basado en la última relación definida  $K_i$  en la etapa c), el aparato tostador (X) se calibra al aplicar:  
 . dicho factor  $K_i$  de corrección a las temperaturas  $T_{@ti}$  proporcionadas por las curvas de tostado que se reproducirán mediante el aparato tostador (X) o  
 . dicho factor  $\frac{1}{K_i}$  a la temperatura  $T_{reg}$  medida por la primera sonda de temperatura.

15  $K_0$  usualmente corresponde a un factor predeterminado específicamente para una serie de aparatos fabricados similares.

20 Realmente, el aparato tostador que se calibrará es, usualmente, parte de una serie de aparatos fabricados similares. Esta serie de aparatos fabricados similares puede ser aparatos que comprenden los mismos elementos ensamblados de la misma manera, que corresponden, por ejemplo, a un modelo o diseño particular del aparato o incluso al mismo lote de producción.

25 Si un primer aparato de la serie ya se ha calibrado y su corrección de factor de multiplicación  $K_i$  predeterminado, después, dicha corrección o un valor redondeado de dicha corrección puede aplicarse inmediatamente en el proceso de calibración de los otros aparatos de la serie como el factor predeterminado  $K_0$ . La ventaja es que el método de calibración se vuelve más corto.

30 Si este factor predeterminado  $K_0$  no se conoce, por ejemplo, además de la fabricación de un nuevo tipo de aparatos tostadores o debido al uso de nuevos dispositivos en la fabricación (impulsor de flujo de aire nuevo, calentador nuevo), después  $K_0$  se configura a 1.

35 Alternativamente,  $K_0$  puede corresponder a un factor predeterminado definido en relación con las condiciones ambiente tales como la temperatura o humedad fuera del aparato tostador (X). Si durante el proceso de calibración, las condiciones ambiente corresponden a condiciones ambiente usuales tales como una temperatura comprendida entre 20 y 25 °C y humedad de aproximadamente 60 %, después este factor puede ajustarse a 1. Basado en la calibración preliminar del mismo aparato en diferentes condiciones ambiente, pueden predeterminarse valores diferentes para este factor en función de las condiciones ambiente y almacenarse en una tabla de búsqueda para operaciones adicionales de calibración.

40 Por último,  $K_0$  puede corresponder a una combinación, que es una multiplicación, del factor predeterminado anterior específicamente predeterminado para una serie de aparatos y el factor predeterminado anterior definido en relación con las condiciones ambiente.

45 Como se mencionó anteriormente, en el modo particular anterior, el valor de la temperatura  $T_{cal@ti}$  medido en al menos una segunda sonda de temperatura en la etapa c) puede ajustarse a un valor ajustado  $T_{cal@ti-ajustado}$  dependiendo de la segunda sonda de temperatura temporal o la cámara de calibración temporal usada durante el proceso de calibración del aparato tostador.

50 En el modo particular anterior, en la etapa c), si para  $tref\ i$  sucesivo las relaciones calculadas  $T_{ref@tref\ i}/T_{cal@tref\ i}$  correspondientes convergen a un valor fijo - por ejemplo,  $T_{ref@tref\ i}/T_{cal@tref\ i}$  difiere en menos del 2 % de  $T_{ref@tref\ i-1}/T_{cal@tref\ i-1}$  - después, la etapa c) puede detenerse y el último factor calculado de corrección  $K_i$  puede usarse como la última relación definida en la etapa d). En realidad, significa que ya se ha alcanzado la corrección de la temperatura en el bucle de regulación y que continua la operación no proporcionará una mejor corrección.

55 En este modo particular, en la etapa c), si para  $tref\ i$  sucesivo las relaciones calculadas  $T_{ref@tref\ i}/T_{cal@tref\ i}$  correspondientes no convergen con un valor fijo - en particular difieren fuertemente de la relación calculada  $T_{ref@tref\ i-1}/T_{cal@tref\ i-1}$  anterior y la siguiente relación calculada  $T_{ref@tref\ i+1}/T_{cal@tref\ i+1}$  - después, puede detenerse el proceso de calibración.

60 Cuando las relaciones calculadas  $T_{ref@tref\ i}/T_{cal@tref\ i}$  correspondientes no convergen con el tiempo, por ejemplo, oscilan, significa que no puede determinarse ninguna corrección de la temperatura en el circuito de regulación. No puede implementarse el proceso de calibración.

En ese caso, el proceso de calibración puede reiniciarse para verificar si ha sido un problema temporal y el proceso de calibración puede implementarse exitosamente. Si no, el incumplimiento de calibración puede reflejar el hecho de que el aparato tostador presenta un defecto, especialmente en el control del dispositivo térmico.

5 Preferentemente, la curva  $R_{set}$  predeterminada proporciona un conjunto de puntos ( $T_{set@tset\ i}$ ;  $t_{set\ i}$ ) y comprende sucesivamente:

- 10 - en una primera fase: una meseta de la temperatura  $T_{set}$  a una temperatura fija  $T_{set-stab}$ , preferentemente, de aproximadamente 40 °C, después
- en una segunda fase: un aumento de temperatura  $T_{set}$  de  $T_{set-stab}$  a una temperatura  $T_{set-high}$  mayor, después,
- 15 - en una tercera fase: una meseta de la temperatura  $T_{set}$  a dicha temperatura  $T_{set-high}$ .
- opcionalmente, la reproducción de la segunda y tercera fase a una temperatura mayor que  $T_{set-high}$ .

En la primera fase, la temperatura fija  $T_{set-stab}$  se define, preferentemente, como una temperatura que puede alcanzarse fácilmente mediante el aparato tostador cualquiera que sea la temperatura ambiente en la habitación donde se usa. De acuerdo con el lugar en el mundo (zona geográfica caliente o fría) y el tipo de taller (abierto al exterior o en una habitación con aire acondicionado), una temperatura  $T_{set-stab}$  de aproximadamente 40 °C puede definirse como fácilmente alcanzable al enfriarse a temperaturas ambiente mayores que 40 °C y fácilmente alcanzable al calentarse a temperaturas ambiente menores que 40 °C.

25 En la segunda fase, el aumento puede depender del tipo de dispositivo térmico usado en el aparato tostador y, en particular, del tipo de regulación de la potencia proporcionada al dispositivo térmico.

Preferentemente, la curva predeterminada anterior comprende una fase final de enfriamiento en donde se detiene el calentamiento hasta que la temperatura disminuye y alcanza  $T_{set-stab}$  de nuevo.

30 Cuando la curva predeterminada anterior con al menos tres fases se usa en el proceso de calibración, donde:

- la etapa d) ocurre simultáneamente a la etapa c), y
- 35 - en la etapa c), durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada, en tiempos predefinidos  $t_{ref\ i}$ , las temperaturas  $T_{ref@tref\ i}$  y  $T_{cal@tref}$  correspondientes se comparan e inmediatamente se aplica una corrección a la temperatura  $T_{reg}$  medida por la primera sonda de temperatura dentro del sistema de control del aparato tostador, o a las temperaturas  $T_{set@ti}$  proporcionadas por la curva  $R_{set}$  predeterminada que se reproducirá dentro del sistema de control del aparato tostador, y
- 40 - en la etapa e), basado en la última corrección en la etapa c), el aparato tostador se calibra al aplicar dicha corrección a la temperatura  $T_{reg}$  medida por la primera sonda de temperatura dentro del sistema de control del aparato tostador, o a las temperaturas  $T_{@ti}$  proporcionadas por las curvas de tostado que se reproducirán dentro del sistema de control del aparato tostador, después:
- 45 el al menos un tiempo predefinido  $t_{ref\ i}$  se define en las partes de la curva  $R_{set}$  que comprenden una meseta, preferentemente un tiempo predefinido  $t_{ref\ i}$  se define en la primera fase y al menos dos tiempos predefinidos  $t_{ref\ i}$  se definen en la tercera fase y, opcionalmente, al menos dos tiempos predefinidos  $t_{ref\ i}$  se definen en la reproducción de la segunda y tercera fases a una temperatura mayor que  $T_{set-high}$ .

Cuando la curva predeterminada anterior con al menos tres fases se usa en el proceso de calibración, donde:

- 50 - la etapa d) ocurre simultáneamente a la etapa c), y
- en la etapa c), durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada, en tiempos predefinidos  $t_{ref\ i}$ , se calcula la relación  $T_{ref@tref\ i} / T_{cal@tref\ i}$  correspondiente y se aplica inmediatamente una corrección:
- 55 . ya sea para las temperaturas  $T_{set}$  proporcionadas por las curvas de tostado que se reproducirán, dicha corrección es un factor de multiplicación  $K_i$  definido de la siguiente manera:

$$K_i = K_0 \prod_{n=1}^i \frac{T_{ref@tref\ n}}{T_{cal@tref\ n}}$$

60 en donde  $K_0$  se predetermina, o es igual a 1 por defecto, o . a la temperatura  $T_{reg}$  medida por la primera sonda de temperatura, dicha corrección es un factor de multiplicación  $\frac{1}{K_i}$ ,

- en la etapa e), basado en la última relación definida  $K_i$  en la etapa c), el aparato tostador (X) se calibra al aplicar:

- dicho factor  $K_i$  de corrección a las temperaturas  $T_{@ti}$  proporcionadas por las curvas de tostado que se reproducirán mediante el aparato tostador (X) o
- dicho factor  $\frac{1}{K_i}$  a la temperatura  $T_{reg}$  medida por la primera sonda de temperatura.

5 después, preferentemente, durante la etapa c):

si durante la primera fase, para  $t_{ref\ i}$  sucesivo, las relaciones calculadas  $T_{ref@tref\ i}/T_{cal@tref\ i}$  correspondientes convergen, por ejemplo,  $T_{ref@tref\ i}/T_{cal@tref\ i}$  difiere en menos del 2 % de la relación calculada  $T_{ref@tref\ i-1}/T_{cal@tref\ i-1}$  anterior, después se acorta la primera fase.

En ese caso, la segunda fase de la curva predeterminada se aplica antes.

15 Similarmente, preferentemente, durante la etapa c), si durante la tercera fase, para  $t_{ref\ i}$  sucesivo, las relaciones calculadas  $T_{ref@tref\ i}/T_{cal@tref\ i}$  correspondientes convergen, por ejemplo,  $T_{ref@tref\ i}/T_{cal@tref\ i}$  difiere en menos del 2 % de la relación calculada  $T_{ref@tref\ i-1}/T_{cal@tref\ i-1}$  anterior, después se acorta la tercera fase.

En ese caso y si la curva predeterminada comprende al menos una fase adicional, dichas fases adicionales se aplican antes.

20 Similarmente, preferentemente, durante la etapa c), si, en la tercera fase, para  $t_{ref\ i}$  sucesivo, las relaciones calculadas  $T_{ref@tref\ i}/T_{cal@tref\ i}$  correspondientes no convergen con un valor fijo, después la tercera fase se alarga.

25 Cualquiera que sea la implementación, el proceso de calibración puede comprender una etapa de obtención de información en relación con las condiciones ambiente tales como la temperatura y/o humedad fuera del aparato tostador y:

- en la etapa e) la corrección puede modificarse basada en dicha información. Por ejemplo, la corrección comprende una desviación.
- o
- la curva predeterminada se modifica al aplicar una desviación a la temperatura. Por ejemplo, si esta curva predeterminada presenta una meseta en la primera fase, esta meseta se desvía.

35 Cualquiera que sea la implementación, preferentemente, en el proceso de calibración, después de la etapa c) donde la curva  $R_{set}$  predeterminada, se reproduce, el aparato tostador se enfría a una temperatura de aproximadamente 40 °C.

40 Esta etapa de enfriamiento garantiza que el aparato tostador se pone nuevamente en un estado que permite ya sea la operación de tostado posterior u otra operación de calibración. Este enfriamiento se obtiene, usualmente, al detener el calentamiento pero manteniendo el flujo de aire dentro de la cámara.

45 Cualquiera que sea la implementación, el método de calibración puede implementarse a demanda, en particular, durante el primer tiempo después de la fabricación del aparato tostador o después de una operación de reparación o mantenimiento de dicho aparato, dado que estas últimas operaciones pueden tener un impacto directo en el dispositivo térmico y su relación con la cámara dentro del aparato o después de mover o transportar el aparato durante el cual el aparato puede haber sufrido un choque.

50 El proceso de calibración puede implementarse automáticamente, por ejemplo, en intervalos de tiempo fijos o después de un cierto tiempo de uso. Algunas partes del aparato tostador como juntas o sellos pueden dañarse después de un cierto tiempo de operación, particularmente, en el ambiente de tostado en caliente, que afectará directamente la calibración del aparato.

55 El sistema de control del aparato puede configurarse para mostrar una alerta en ese momento para instar al operador a operar el proceso de calibración.

Al final de la operación de calibración, si la calibración falla porque no puede determinarse una corrección, el sistema de control del aparato puede configurarse para mostrar una alerta para instar al operador a reiniciar el proceso de calibración y/o controlar el aparato y eventualmente repararlo.

60 Si el aparato comprende una interfaz de comunicación para comunicarse con un recurso remoto, un operador puede mostrar una alerta si se requiere.

65 Preferentemente, el aparato comprende una interfaz de usuario y el sistema de control puede configurarse para hacer el modo de calibración que implementa el proceso de calibración accesible a través de la interfaz de usuario.

En el modo de calibración, el sistema de control puede configurarse para pedir al operador introducir la al menos una segunda sonda de temperatura dentro de la cámara o reemplazar la cámara por una cámara de calibración, dicha cámara de calibración comprende al menos una segunda sonda de temperatura. La interfaz de usuario puede mostrar esquemas para ilustrar la operación de introducir la segunda sonda de temperatura temporal o la cámara de calibración temporal.

El método puede implementarse directamente en el sistema de control de un aparato tostador o en una computadora o en un dispositivo móvil como un teléfono inteligente o una aplicación de tablas, estos dispositivos se conectan al aparato tostador. La conexión puede ser remota o cableada.

Preferentemente, en la modalidad donde el dispositivo térmico del aparato tostador comprende un impulsor de flujo de aire y un calentador, después, antes de implementar la etapa a) del proceso de calibración, se calibra el impulsor de flujo de aire.

La calibración comprende la etapa de ajustar el valor del flujo de aire suministrado en el aparato tostador al valor del flujo de aire suministrado en el aparato tostador maestro.

Breve descripción de las figuras

Ahora se describirán en detalle modalidades específicas de la invención, a manera de ejemplo, con referencia a las siguientes figuras en las que:

- la Figura 1 es una vista esquemática de un aparato tostador de un sistema de acuerdo con la presente invención,
- la Figura 2A muestra un diagrama en bloque de un sistema de control del aparato de acuerdo con la Figura 1 para la operación de tostado,
- la Figura 2B ilustra el circuito de retroalimentación de la regulación de temperatura,
- las Figuras 3A, 3B, 3C ilustran diferentes modalidades del sistema en relación con la introducción temporal de al menos una segunda sonda de temperatura dentro del aparato tostador para medir la temperatura dentro de la cámara de tostado,
- las Figuras 4A, 4B, 4C y 4D ilustran diferentes modalidades del sistema en relación con el medio configurado para crear temporalmente una pérdida de presión del flujo de aire caliente dentro de la cámara mientras la cámara está libre de granos de café para simular la presencia de granos,
- las Figuras 5A a 5D ilustran esquemáticamente diferentes cámaras de calibración,
- las Figuras 6A y 6B ilustran un sistema de acuerdo con la invención en las operaciones de tostado y calibración, respectivamente,
- las Figuras 7A y 7B ilustran un aparato tostador con una cámara de calibración dedicada integrada de acuerdo con la invención en las operaciones de tostado y calibración, respectivamente,
- la Figura 8 ilustra la implementación del método de calibración con el sistema que comprende un aparato de acuerdo con la Figura 1,
- la Figura 9 muestra el diagrama en bloque del sistema de control del sistema de la Figura 8 para permitir la implementación del método de calibración,
- las Figuras 10A a 10D ilustran la implementación del método de calibración con un sistema de acuerdo con la invención,
- las Figuras 11A a 11D ilustran curvas alternativas que pueden usarse y obtenerse en la modalidad ilustrada en las Figuras 10A y 10B,
- la Figura 12A ilustra el circuito de retroalimentación cerrado de la regulación de temperatura durante el proceso de calibración ilustrado en la Figura 10B y las Figuras 11A a 11D,
- la Figura 12B ilustra un método alternativo de calibración al implementado en la Figura 12A,
- las Figuras 13A y 13B muestran curvas que son alternativas a la curva ilustrada en la Figura 11D.

Descripción detallada de las modalidades ilustrativas

Aparato tostador

La **Figura 1** muestra una parte de vista lateral ilustrativa de un aparato tostador 10. Funcionalmente, el aparato tostador 10 puede operarse para tostar granos de café contenidos en una cámara 1 por medio de un flujo de aire caliente introducido dentro de esta cámara. En un primer nivel, el aparato comprende: un alojamiento 4, una unidad tostadora y un sistema de control 80. Estos componentes se describirán secuencialmente a continuación.

Unidad tostadora del aparato tostador

La unidad tostadora es operable para recibir y tostar granos de café.

La unidad tostadora típicamente comprende en un segundo nivel del aparato tostador 10: una cámara 1, y un dispositivo térmico 2, que se describen secuencialmente.

La cámara 1 se configura para recibir y contener los granos de café introducidos por el operador. En la modalidad preferida, la cámara 1 puede extraerse del alojamiento 4. La cámara puede colocarse fuera del aparato tostador:

- 5 - para introducir o extraer granos de café, o
- para limpiar y dar mantenimiento a la cámara una vez que se extrae, o
- para limpiar la parte de alojamiento vertical 43 detrás de la cámara.

10 La abertura inferior 11 de la cámara se configura para permitir el paso del aire, específicamente puede comprender una placa perforada sobre la cual pueden yacer los granos y a través de la cual el aire puede fluir hacia arriba. La cámara 1 comprende un mango para permitir al usuario retirar la cámara del alojamiento y sostenerla fuera del alojamiento.

15 Un colector de cáscaras 15 está en comunicación continua con la salida de la cámara 12 a través de un conducto de humo 14 que recibe cáscaras que se separan progresivamente de los granos y debido a su baja densidad se expulsan hacia el colector de cáscaras con humo.

El dispositivo térmico 2 comprende un impulsor de flujo de aire 21 y un calentador 22.

20 El impulsor de flujo de aire 21 es operable para generar un flujo de aire (flechas de líneas punteadas) en dirección a la parte inferior 11 de la cámara. El flujo generado se configura para calentar los granos y para agitar y levantar los granos. Como resultado, los granos se calientan de manera homogénea. Específicamente, el impulsor de flujo de aire puede ser un ventilador accionado por un motor. Pueden proporcionarse entradas de aire 42 dentro de la cámara del alojamiento para suministrar aire dentro del alojamiento, el impulsor de flujo de aire sopla este aire ascendentemente a través de un pasaje 23 hacia un orificio de salida de aire 41 en dirección a la cámara 1 como se ilustra mediante flechas con líneas punteadas.

25 El calentador 22 puede operarse para calentar el flujo de aire generado por el impulsor de flujo de aire 21. En la modalidad específica que se ilustra, el calentador es una resistencia eléctrica ubicada entre el ventilador 21 y la abertura inferior 11 de la cámara con el resultado de que el flujo de aire se calienta antes de entrar en la cámara 1 para calentar y levantar los granos. Otros tipos de calentadores pueden usarse tales como una resistencia eléctrica, un calentador de cerámica, una fuente de halógeno, una fuente de infrarrojos y/o una fuente de microondas.

30 El calentador 22 y/o el impulsor de flujo de aire 21 puede/n operarse para aplicar un perfil de tostado a los granos, este perfil de tostado se define como una curva de temperatura en comparación con el tiempo.

35 Cuando la cámara se monta en el alojamiento, la parte inferior de la cámara se conecta firmemente al orificio de salida de aire 41 para evitar que el flujo de aire caliente se filtre en la conexión.

40 La abertura superior 12 de la cámara se conecta a un dispositivo de evacuación de humo y partículas (no se ilustra).

Aunque la invención se describe con un tostador que implementa un lecho fluidizado de aire caliente, la invención no se limita a este tipo específico de aparato tostador. Pueden usarse tostadores de tambor y otros tipos de tostadores.

45 El aparato tostador comprende al menos una primera sonda de temperatura 5 para regular la temperatura del aire suministrada por el dispositivo térmico 2. Esta primera sonda de temperatura se ubica fuera de la cámara 1 dentro del conducto 23 que guía el aire caliente suministrado por el dispositivo térmico 2 a la parte inferior de la cámara 11, que está corriente arriba de la cámara.

50 En un modo alternativo menos preferido, al menos una primera sonda de temperatura 51 para regular la temperatura del aire suministrada por el dispositivo térmico 2 puede ubicarse corriente abajo de la cámara. Esta sonda puede ensuciarse mediante el humo durante la operación de tostado.

55 En otro modo alternativo menos preferido, el aparato puede comprender tanto la primera sonda de temperatura 5 como 51 para regular la temperatura del aire suministrada por el dispositivo térmico 2. El promedio de las temperaturas medidas se usa para regular el dispositivo térmico 2.

El aparato tostador 10 usualmente comprende una interfaz de usuario 6 que permite la visualización y la entrada de información.

60 El aparato tostador puede comprender un lector de código 7 para leer un código asociado a un tipo de granos de café, por ejemplo, presente en el paquete de los granos de café. Preferentemente, este lector de código se posiciona en el aparato de manera que el operador puede posicionar fácilmente un código delante de este. Se posiciona, preferentemente, en la cara frontal del aparato, por ejemplo, cerca de una interfaz de usuario 6 del aparato. En consecuencia, la información proporcionada por el código puede visualizarse inmediatamente a través de la pantalla de la interfaz de usuario 6 posicionada a un lado.

65

Sistema de control del aparato tostador

Con referencia a las **Figuras 1, 2A y 2B**, ahora se considerará el sistema de control 80: el sistema de control 80 es operable para controlar los componentes del aparato para tostar granos de café. El sistema de control 80 típicamente comprende en un segundo nivel del aparato tostador: la interfaz de usuario 6, la unidad de procesamiento 8, una sonda de temperatura 5 exterior, una fuente de alimentación 9, una unidad de memoria 63, opcionalmente una base de datos 62, sensores 19, una interfaz de comunicación 61 para conexión remota, un lector de códigos 7 o cualquier combinación de estos dispositivos.

La interfaz de usuario 6 comprende hardware para permitir a un usuario interactuar con la unidad de procesamiento 8, por medio de una señal de interfaz de usuario. Más particularmente, la interfaz de usuario recibe comandos de un usuario, la señal de interfaz de usuario transfiere dichos comandos a la unidad de procesamiento 8 como una entrada. Los comandos pueden ser, por ejemplo, una instrucción para ejecutar un proceso de tostado y/o para ajustar un parámetro operacional del aparato tostador 10 y/o para encender o apagar el aparato tostador 10. La unidad de procesamiento 8 puede emitir también una retroalimentación a la interfaz de usuario 6 como parte del proceso de tostado, p. ej., para indicar que se ha iniciado el proceso de tostado o que se ha seleccionado un parámetro asociado con el proceso o para indicar la evolución de un parámetro durante el proceso o para crear una alarma. Además, la interfaz de usuario puede usarse para iniciar un modo de calibración del aparato tostador.

El hardware de la interfaz de usuario puede comprender cualquier dispositivo adecuado, por ejemplo, el hardware comprende uno o más de los siguientes: botones, tal como un botón de palanca de mando, botón pulsador o perilla, palanca de mando, LED, LDC de gráficos o caracteres, pantalla gráfica con botones de detección táctil y/o borde de pantalla. La interfaz de usuario 6 puede formarse como una unidad o una pluralidad de unidades discretas.

Una parte de la interfaz de usuario también puede estar en una aplicación móvil cuando el aparato se proporciona con una interfaz de comunicación 61 como se describe más abajo. En ese caso al menos una parte de la entrada y salida pueden transmitirse al dispositivo móvil a través de la interfaz de comunicación 61.

Los sensores 19 y la sonda de temperatura 5 son operables para proporcionar una señal de entrada a la unidad de procesamiento 8 para regular el proceso de tostado y/o un estado del aparato tostador. La señal de entrada puede ser una señal analógica o digital. Los sensores 19 típicamente comprenden al menos un sensor de temperatura 5 y, opcionalmente, uno o más de los siguientes sensores: sensor de nivel asociado con la cámara 1, sensor de la tasa de flujo de aire, sensor de posición asociado con la cámara y/o el colector de cáscaras.

Un lector de códigos 7 puede proporcionarse y operarse para leer un código, por ejemplo, en el paquete de granos de café y proporcionar automáticamente una entrada que es la identificación de los granos de café tipo Cn introducidos en la cámara 1.

La unidad de procesamiento 8 comprende generalmente componentes del sistema de entrada y salida de memoria dispuestos como un circuito integrado, típicamente como un microprocesador o un microcontrolador. La unidad de procesamiento 8 puede comprender otros circuitos integrados adecuados, tales como: un ASIC, un dispositivo lógico programable tal como una PAL, CPLD, FPGA, PSoC, un sistema en un chip (SoC), un circuito integrado análogo, tal como un controlador. Para tales dispositivos, cuando sea apropiado, el código de programa mencionado anteriormente puede considerarse lógica programada o que comprende adicionalmente lógica programada. La unidad de procesamiento 8 puede comprender también uno o más de los circuitos integrados mencionados anteriormente. Un ejemplo de esto último es que varios circuitos integrados se disponen en comunicación entre sí de una manera modular, p. ej.: un circuito integrado esclavo para controlar la interfaz de usuario 6 en comunicación con un circuito integrado maestro para controlar el aparato tostador 10.

La fuente de alimentación 9 puede operarse para suministrar energía eléctrica a dichos componentes controlados y la unidad de procesamiento 8. La fuente de alimentación 9 puede comprender varios medios, tales como una batería o una unidad para recibir y acondicionar un suministro eléctrico principal. La fuente de alimentación 9 puede conectarse operativamente a parte de la interfaz de usuario 6 para encender o apagar el aparato tostador 10.

La unidad de procesamiento 8 comprende generalmente una unidad de memoria 63 para almacenar instrucciones como el código de programa y opcionalmente datos. Con este propósito, la unidad de memoria comprende típicamente: una memoria no volátil, p. ej., EPROM, EEPROM o Flash para el almacenamiento del código de programa y de los parámetros operativos como instrucciones, memoria volátil (RAM) para el almacenamiento temporal de datos. La unidad de memoria puede comprender una memoria separada y/o integrada (p. ej., en una matriz del semiconductor). Para los dispositivos lógicos programables, las instrucciones pueden almacenarse como lógica programada.

Las instrucciones almacenadas en la unidad de memoria 63 pueden idealizarse como que comprenden un programa de tostado de granos de café.

El sistema de control 80 puede operarse para aplicar este programa de tostado de granos de café al controlar el

dispositivo térmico 2 (esto es, en la modalidad particular ilustrada de la Figura 1, el impulsor de flujo de aire 21 y/o el calentador 22), usando una señal de la sonda de temperatura 5 exterior.

5 El programa de tostado de granos de café puede efectuar el control de dichos componentes usando la información de extracción codificada en el código y/u otra información que pueda almacenarse como datos en la unidad de memoria 63, o de una fuente remota a través de la interfaz de comunicación 61 y/o la entrada proporcionada a través de la interfaz de usuario 6 y/o una señal de los sensores 19.

10 En particular, el sistema de control 80 se configura para aplicar una curva de tostado R que proporciona la temperatura  $T_{@t_1}$ ,  $T_{@t_2}$ , ...  $T_{@t_{final}}$  que se aplicará en tiempos sucesivos discretos  $t_1$ ,  $t_2$ , ...,  $t_{final}$ , respectivamente.

Con ese objetivo, la unidad de procesamiento 8 puede operarse para:

- 15
- recibir una entrada  $T_{reg@t_i}$  de la sonda de temperatura 5 exterior,
  - procesar la entrada de acuerdo con la curva de tostado R,
  - proporcionar una salida, que es la curva de tostado R. Con mayor especificidad, la salida comprende la operación de al menos el calentador 22 y el impulsor de flujo de aire 21.

20 La temperatura medida por la sonda de temperatura 5 se usa para adaptar la potencia del calentador 22 y/o la potencia del impulsor de aire 21 en un circuito de retroalimentación para aplicar la curva de tostado a los granos, por ejemplo, como se ilustra en la Figura 2B.

25 En el circuito de retroalimentación cerrado ilustrado, la temperatura  $T_{reg@t_i}$  medida en la sonda de temperatura 5 exterior se compara con la temperatura  $T_{@t_i}$  de la curva de tostado que se reproducirá. Dependiendo de la diferencia, el dispositivo térmico 2 se opera para compensar la diferencia.

30 Dependiendo del tipo de control aplicado al tostador, el calentador 22 puede alimentarse con una potencia predeterminada, lo que significa que su temperatura es constante y, en ese caso, la potencia del impulsor de aire 21 puede controlarse basada en la temperatura regulada en la sonda 5 para variar el tiempo de contacto del aire de flujo a través del calentador durante su movimiento. Alternativamente, el impulsor de aire 21 puede alimentarse con una potencia predeterminada, lo que significa que la velocidad de flujo del aire es constante y, en ese caso, la potencia del calentador 22 puede controlarse basada en la temperatura regulada en la sonda 5 para calentar más o menos aire durante su paso a través del calentador.

35 En una última alternativa, tanto el calentador 22 como el impulsor de aire 21 pueden controlarse basados en la regulación de la temperatura mediante la sonda 5.

40 El sistema de control 80 puede comprender una interfaz de comunicación 61 para la comunicación de datos del aparato tostador 10 con otro dispositivo y/o sistema, tal como un sistema servidor, un dispositivo móvil y/o un aparato de medición separado físicamente 3. La interfaz de comunicación 61 puede usarse para suministrar y/o recibir información relacionada con el proceso de tostado de granos de café, tal como información del proceso de tostado, tipo de los granos, cantidad de granos. La interfaz de comunicación 61 puede comprender una primera y una segunda interfaz de comunicación para la comunicación de datos con varios dispositivos a la vez o la comunicación a través de diferentes medios.

45 La interfaz de comunicación 61 puede configurarse para medios cableados o medios inalámbricos o una combinación de estos, p. ej.: una conexión cableada, tal como RS-232, USB, I2C, Ethernet definida por IEEE 802.3, una conexión inalámbrica, tal como LAN inalámbrica (p. ej., IEEE 802.11) o comunicación de campo cercano (NFC, por sus siglas en inglés) o un sistema celular tal como GPRS o GSM. La interfaz de comunicación 61 interactúa con la unidad de procesamiento 8, por medio de una señal de interfaz de comunicación. Generalmente, la interfaz de comunicación comprende una unidad de procesamiento separada (cuyos ejemplos se proporcionan anteriormente) para controlar el hardware de comunicación (p. ej., una antena) e interactuar con la unidad de procesamiento maestra 8. Sin embargo, pueden usarse configuraciones menos complejas, p. ej., una simple conexión cableada para la comunicación en serie, directamente con la unidad de procesamiento 8.

50 La unidad de procesamiento 8 permite el acceso a diferentes recetas de tostado predefinidas ( $RM_A$ ,  $RM_B$ ...), las recetas se adaptan al tostado de tipos específicos de granos de café o mezclas de café ( $C_A$ ,  $C_B$ ...) y, preferentemente, cantidades específicas ( $M_A$ ,  $M_B$ ...) de dichos granos o mezclas.

60 Estas recetas pueden almacenarse en la memoria 63 de la unidad de procesamiento 8. Alternativamente, estos datos pueden almacenarse en un servidor remoto y la unidad de procesamiento 8 puede suministrarse con acceso a este servidor remoto a través de la interfaz de comunicación 61, directa o indirectamente a través de un dispositivo móvil que establece la conexión entre el servidor remoto y la unidad de procesamiento. El sistema de control 80 puede comprender una base de datos 62 que almacena información sobre granos de café, en particular sobre las condiciones de operación para tostar granos de café específicos como se describe a continuación. La base de datos 12 puede almacenarse localmente en la memoria 63 del sistema de control del aparato tostador o de manera remota en un

servidor accesible a través de la interfaz de comunicación 63.

5 En una modalidad alternativa, el sistema de control puede proporcionarse con las recetas de tostado  $RM_n$  (y dependiendo de la modalidad con sus cantidades  $M_n$  específicas asociadas) durante una operación de lectura de código, estos fragmentos de información están codificados dentro del código y decodificados por el sistema de control.

10 Las recetas de tostado predefinidas ( $RM_A$ ,  $RM_B$ ...) adaptadas al tostado de tipos específicos de granos de café o mezclas de café y peso específico de dichos granos se definen durante una operación inicial de tostado estos granos específicos dentro de un aparato tostador específico definido como el aparato tostador maestro (M). Usualmente, esta operación es implementada por un experto en café, quien, basado en su experiencia en el tostado, es capaz de definir los parámetros de temperatura y tiempo para tostar óptimamente los granos específicos y, como resultado, definir la receta de tostado que proporciona un conjunto de puntos ( $T_{@t_i; t_i}$ ) que representa la temperatura  $T_{@t_1}$ ,  $T_{@t_2}$ ... que se aplicará en tiempos sucesivos correspondientes predefinidos  $t_1$ ,  $t_2$ , ... respectivamente.

15 Una vez que estas recetas de tostado se predefinen con el aparato tostador maestro, pueden reproducirse automáticamente con el aparato tostador similar al aparato tostador maestro. Lógicamente, al iniciar desde los mismos granos y aplicar las mismas recetas de tostado en aparatos tostadores similares al aparato tostador maestro, deberán obtenerse los mismos granos de café tostados. Aun así, se ha observado que la reproducción del tostado no fue consistente sistemáticamente. Aunque la sonda de temperatura 5 se calibró perfectamente para medir la temperatura correcta, no se observó consistencia en el tostado de los mismos granos entre aparatos tostadores similares.

20 En el curso de la presente invención, se sospecha que habían aparecido pequeñas diferencias entre cada aparato durante la fabricación. Estas diferencias pueden relacionarse con el uso de diferentes componentes clave de los aparatos (ventilador, calentador, sensor de temperatura) además de cambios en las fuentes de suministro o a pequeñas diferencias en el ensamblaje de cada aparato, por ejemplo, creando fugas de aire muy pequeñas en varios lugares, o debido a las pequeñas diferencias en las posiciones relativas de los elementos clave uno a otro.

25 Como resultado, aunque el flujo de aire introducido dentro de la cámara presentó la temperatura correcta según lo medido por la sonda de temperatura 5, este flujo de aire caliente se recibió de manera diferente dentro de la cámara con un impacto directo en el tostado de los granos.

30 Para resolver este problema, se ha desarrollado un sistema y un método para permitir la calibración de cualquier aparato tostador fabricado de manera que dicho aparato pueda reproducir consistentemente las recetas de tostado definidas con el aparato tostador maestro específico.

35 Este sistema comprende, además del aparato tostador que se calibrará:

- 40 - al menos una segunda sonda de temperatura configurada para ser introducida temporalmente dentro del aparato tostador para medir la temperatura dentro de la cámara de tostado o a la salida de la cámara de tostado, y
- un medio configurado para crear temporalmente una pérdida de presión del flujo de aire caliente dentro de la cámara mientras la cámara está libre de granos de café para simular la presencia de granos de café dentro de la cámara durante una operación de tostado.

45 Las **Figuras 3A, 3B, 3C** ilustran diferentes modalidades del sistema en relación con la introducción temporal de al menos una segunda sonda de temperatura 3 dentro del aparato tostador para medir la temperatura dentro del aparato tostador durante la operación de calibración del aparato.

50 En la **Figura 3A**, se proporciona una abertura 13 dentro de una pared de la cámara de tostado 1 y puede introducirse temporalmente una sonda de temperatura 3 a través de esta abertura para medir la temperatura  $T_{cal}$  dentro de la cámara por sí misma. Preferentemente, la abertura 13 proporciona una conexión hermética con la sonda una vez que se introduce dentro de la cámara y después de que se ha extraído de la cámara para no afectar el flujo de aire caliente dentro de la cámara. La hermeticidad puede proporcionarse mediante un sello elástico durante la introducción y/o una cubierta después de la extracción.

55 En la **Figura 3B**, se proporciona una abertura 141 dentro de una pared del conducto de humo 14 corriente abajo de la salida 12 de la cámara para introducir temporalmente y, después, extraer una sonda de temperatura 3. De la misma manera que en la Figura 3A, la abertura 141 proporciona una conexión hermética con la sonda una vez que se introduce dentro del conducto 14 y después de que se ha extraído del conducto para no afectar el flujo de aire caliente dentro de la cámara 1. La hermeticidad puede proporcionarse mediante un sello elástico durante la introducción y/o una cubierta después de la extracción. En este modo, aunque la temperatura no se mide directamente dentro de la cámara, la medida está cerca a dicha temperatura. Dado que esta sonda 3 se introduce dentro del conducto de humo 14 solo durante la operación de calibración, lo que ocurre cuando la cámara está libre de granos y, en consecuencia, sin la generación de humo, esta sonda permanece apropiada y proporciona una medida precisa de la temperatura  $T_{cal}$  de flujo de aire caliente que emerge en la salida de la cámara.

65 En esta modalidad, la segunda sonda 3 puede ser una parte integrada del aparato tostador 10 de granos de café y el

apareto puede comprender un medio para mover dicha segunda sonda 3 en el conducto de humo 14 cuando se implementa una operación de calibración. Este medio puede accionarse manualmente (palanca, botón de presión) o automáticamente (a través de un motor). Puede proporcionarse un sensor para verificar la posición de esta segunda sonda dependiendo del modo de operación: tostado o calibración. Esta sonda no estará presente dentro del conducto de humo durante la operación de tostado.

La **Figura 3C** ilustra una cámara de calibración 1b que comprende una sonda de temperatura 3 conectada fijamente en esta, p. ej., plegada a través de la pared de la cámara) de manera que puede medirse la temperatura Tcal dentro de la cámara. Tal cámara de calibración puede introducirse en lugar de la cámara de tostado 1a del aparato tostador si esta última cámara es extraíble desde este. Usualmente, este tipo de aparato tostador comprende un área diseñada para recibir y sostener la cámara extraíble 1a dedicada al tostado o, alternativamente, la cámara extraíble 1b dedicada a la calibración.

En una alternativa a las modalidades ilustradas en las Figuras 3A y 3C, puede usarse una temperatura de medición de la sonda IR al detectar emisiones infrarrojas de los granos sin introducir la sonda dentro de la cámara si las paredes de la cámara presentan al menos una parte transparente. Preferentemente, la sonda IR puede rodearse por una cavidad para centrar la medida en los granos dentro de la cámara.

Cualquiera que sea el modo, el valor de la temperatura medida dentro de la cámara por la segunda sonda 3 se suministra al sistema de control del sistema, generalmente a la unidad de control 8 del aparato tostador, para calibrar el aparato.

Cuando la segunda sonda 3 es un dispositivo externo al aparato tostador (como en las Figuras 3A y 3C), la sonda puede conectarse a través de un puerto USB al aparato tostador o incluso puede conectarse de manera remota mediante Bluetooth o Wifi.

Opcionalmente, pueden usarse varias sondas temporales ubicadas en diferentes lugares para aumentar la precisión de la medida, por ejemplo, dentro de la cámara y corriente abajo de la cámara.

Las **Figuras 4A, 4B, 4C y 4D** ilustran diferentes modalidades del sistema en relación con el medio diferente configurado para crear temporalmente una pérdida de presión del flujo de aire caliente dentro de la cámara mientras la cámara está libre de granos de café para simular la presencia de granos.

En la **Figura 4A**, un dispositivo 16a diseñado para restringir el flujo de aire puede introducirse y, después, extraerse dentro del conducto de humo 14. Este dispositivo, tal como una placa perforada por orificios, puede deslizarse de manera extraíble a través de una abertura 141 dentro de este conducto durante la operación de calibración. El diseño se configura para simular la pérdida de presión de aire dentro de la cámara cuando los granos están presentes en la cámara. En esta modalidad, este dispositivo 16a puede ser una parte integrada del aparato tostador 10 de granos de café y el aparato puede comprender un medio para mover dicho dispositivo 16a en el conducto de humo 14 cuando se implementa una operación de calibración. Este medio puede accionarse manualmente (palanca, botón de presión) o automáticamente (a través de un motor). Puede proporcionarse un sensor para verificar la posición de este dispositivo dependiendo del modo de operación: tostado o calibración. Esta sonda no estará presente dentro del conducto de humo durante la operación de tostado.

Preferentemente, la abertura 141 proporciona una conexión hermética con el dispositivo 16a una vez que se introduce dentro del conducto 14 y después de que se ha extraído del conducto para no afectar el flujo de aire caliente dentro de la cámara 1. La hermeticidad puede proporcionarse mediante un sello elástico durante la introducción y/o una cubierta después de la extracción.

En la **Figura 4B**, el medio configurado para crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente mientras la cámara está libre de granos de café es el impulsor de flujo de aire 21 del dispositivo térmico. Para simular la presencia de granos de café dentro de la cámara, el sistema de control ajusta el impulsor de flujo de aire, p. ej., la velocidad de rotación si este impulsor es un ventilador o la potencia de voltaje de este ventilador, para obtener en la cámara un flujo similar al obtenido en presencia de granos (según lo representado por la flecha F).

La **Figura 4C** ilustra una cámara de calibración 1b que comprende el medio de restricción de flujo de aire para simular la presencia de granos de aire. En la modalidad ilustrada específica, los medios de restricción son tres placas perforadas con orificios.

Tal cámara de calibración puede introducirse en lugar de la cámara de tostado 1a del aparato tostador si esta última cámara es extraíble desde este. Usualmente, este tipo de aparato tostador comprende un área diseñada para recibir y sostener la cámara extraíble 1a dedicada al tostado o, alternativamente, la cámara extraíble 1b dedicada a la calibración.

En la **Figura 4B**, el medio configurado para crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente mientras la cámara está libre de granos de café comprende múltiples objetos inertes granulares 17 introducidos dentro de la cámara 1 en

lugar de los granos, por ejemplo, glóbulos de vidrio.

Opcionalmente, el medio de restricción del flujo de aire diferente anterior puede combinarse para mejorar la simulación de la presencia de granos de café dentro de la cámara durante una operación de tostado. Por ejemplo, los objetos inertes granulares pueden usarse con una modulación del impulsor de flujo de aire o un dispositivo extraíble diseñado para restringir el flujo de aire puede usarse con una modulación del impulsor de flujo de aire.

Cada una de las diferentes modalidades para introducir temporalmente una segunda sonda de temperatura dentro del aparato tostador puede combinarse con cada una de las diferentes modalidades que comprenden el medio configurado para crear temporalmente una pérdida de presión del flujo de aire caliente dentro de la cámara. Por ejemplo, la modalidad de la Figura 3A puede implementarse con la modalidad de las Figuras 4A, 4B o 4D.

En una implementación preferida, el sistema comprende una cámara de calibración 1b que comprende simultáneamente una segunda sonda de temperatura y el medio configurado para crear temporalmente una pérdida de presión del flujo de aire caliente dentro de la cámara que está combinando las características de las modalidades ilustradas en las Figuras 3C y 4C.

La **Figura 5A** ilustra esquemáticamente una primera modalidad de tal cámara de calibración 1b.

La cámara 1b dedicada a la calibración se configura para reemplazar la cámara usual dedicada al tostado dentro del aparato para tostar. Comprende medios de conexión configurados para ajustarse con los medios de conexión correspondientes del aparato tostador y proporcionar conexión en la abertura inferior con el orificio de salida de aire 41 que dispensa el aire hacia arriba y en la abertura superior con el conducto de humo 14.

La cámara 1b comprende una segunda sonda de temperatura 3 ubicada fijamente dentro de la cámara. Preferentemente, el diseño interno de la cámara es simétrico alrededor de un eje vertical longitudinal y la segunda sonda de temperatura 3 se ubica en dicho eje. En consecuencia, para cada operación de calibración, la cámara puede ubicarse en cualquiera que sea la posición angular sin modificar la posición de la sonda relativamente al orificio de salida de aire 41 del aparato tostador.

Preferentemente, la sonda de temperatura 3 se ubica en la mitad superior de la cámara. Como resultado, el flujo de aire introducido en la parte inferior de la cámara puede homogeneizarse antes de medirse mediante la sonda y la medida refleja un valor más preciso.

La cámara comprende una primera placa 16a perforada por orificios y ubicada en la parte inferior de la cámara de calibración. Esta primera placa crea una primera pérdida de presión del flujo de aire dentro de la cámara para simular la presencia de granos. Además, esta placa se configura para mejorar la homogeneización de los flujos de subaire A a través de la sección transversal horizontal de la cámara hacia abajo de esta primera placa 16a: esto significa que los flujos que presentaron diversas corrientes arriba de dirección se vuelven más alineados verticalmente y paralelos corriente abajo de esta placa. A medida que el flujo de aire suministrado en el orificio de salida de aire 41 del alojamiento es frecuentemente asimétrico, esta primera placa 16a rompe este flujo de aire y comienza a homogeneizar este flujo de aire al crear múltiples flujos paralelos más pequeños. Los orificios se dimensionan, diseñan y distribuyen para obtener estos efectos. Por ejemplo, los orificios circulares con 2 mm de diámetro y distribuidos a lo largo de toda la superficie de la placa 16a proporcionan estos efectos.

La cámara comprende una segunda placa 16b perforada por orificios y ubicada en la parte inferior de la cámara de calibración. Esta segunda placa crea una segunda pérdida de presión del flujo de aire dentro de la cámara para simular la presencia de granos. Esta placa se configura para mejorar la producción de flujos homogeneizados de aire dentro de la cámara (porque el objetivo es leer en la sonda de temperatura una temperatura que no es particular en un punto de la cámara pero que realmente proporciona la temperatura promedio dentro de la cámara al dividir nuevamente los flujos de aire generados en la primera placa en subflujos adicionales. Los orificios se dimensionan, diseñan y distribuyen para obtener estos efectos. Por ejemplo, los orificios circulares con 4 mm de diámetro y distribuidos a lo largo de toda la superficie de la placa 16b proporcionan estos efectos. La cámara comprende una tercera placa 16c perforada por orificios y ubicada justo corriente arriba de la sonda 3. Esta placa crea una tercera pérdida de presión del flujo de aire. Se diseña, preferentemente, para llevar los diferentes flujos de aire creados en la segunda placa 16b para converger con la segunda sonda de temperatura 3. Por ejemplo, esta tercera placa comprende orificios circulares con 3 mm de diámetro y distribuidos a lo largo solo del centro de la placa 16c. El anillo externo de la tercera placa no comprende orificios para forzar que los flujos de aire converjan con la sonda.

Las Figuras **5B a 5D** ilustran modalidades más simples de cámaras de calibración que presentan la forma de un tubo.

En la Figura 5B, la pérdida de presión se debe solo a la forma del tubo y su diámetro pequeño en comparación con el diámetro de la cámara de tostado usual.

En la Figura 5C, el tubo comprende una placa 16C perforada por al menos un orificio y ubicada en la parte superior del tubo corriente arriba de la sonda 3.

En la Figura 5D, el tubo comprende una placa 16a perforada por al menos un orificio y ubicada en la parte inferior del tubo.

5 Las **Figuras 6A y 6B** ilustran un sistema de acuerdo con la invención en las operaciones de tostado y calibración, respectivamente.

10 El aparato comprende las características ilustradas en la Figura 3B y en la Figura 4A en relación con la introducción temporal de una segunda sonda de temperatura 3 y de un medio 16 configurado para crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente mientras la cámara está libre de granos de café, respectivamente. En la modalidad ilustrada, este medio comprende una rejilla, pero puede implementarse otro medio como una disminución de sección. La sonda 3 puede ubicarse antes, después o cerca de la rejilla 16.

15 En la Figura 6A, la sonda de temperatura y este medio se ubican a un lado del conducto de humo y puede implementarse una operación de tostado de granos de café.

En la Figura 6B, la cámara está libre de granos y la sonda de temperatura 3 y el medio 16 configurados para crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente se introducen dentro del conducto de humo 14 para calibrar el aparato.

20 Las **Figuras 7A y 7B** ilustran un aparato tostador con una cámara de calibración dedicada integrada en las operaciones de tostado y calibración, respectivamente.

25 El aparato comprende una cámara específica 1b dedicada a la operación de calibración además de la cámara de tostado 1a. Esta cámara de calibración comprende una segunda sonda de temperatura 3 y un medio 16 para crear una pérdida de presión para simular la presencia de granos de café dentro de la cámara. En la modalidad ilustrada, este medio comprende una disminución de sección pero pueden implementarse otros medios como una rejilla. La sonda 3 puede ubicarse antes, después o dentro de la disminución de sección 16.

30 El aparato comprende un obturador móvil 18 configurado para ubicarse:

- ya sea en una primera posición donde cierra la entrada de la cámara de calibración de tal manera que el aire caliente pueda fluir a la cámara de tostado solo durante la operación de tostado de los granos de café (Figura 7A)
- o en una segunda posición donde cierra la entrada de la cámara de tostado de tal manera que el aire caliente pueda fluir a la cámara de calibración solo durante la operación de calibración del aparato (Figura 7B).

35 Este aparato proporciona la ventaja de permitir la implementación automática de una operación de calibración sin la necesidad de reemplazar la cámara de tostado mediante una cámara de calibración específica. La operación de calibración puede implementarse dentro del aparato tostador en donde la cámara de tostado no es o apenas es extraíble como los tostadores de tambor.

40 Otra ventaja es que durante la operación de calibración, la temperatura se mide mediante la segunda sonda 3 en un conducto o cámara que siempre es apropiado y se priva de depósitos de humo en comparación con el aparato de las Figuras 6A y 6B.

45 Debido a la introducción de una segunda sonda de temperatura dentro del aparato, el sistema permite la calibración del dispositivo térmico del aparato tostador. En particular, el proceso de calibración puede implementarse de la siguiente manera y en referencia a las **Figuras 8, 9 y 10A a 10D**.

50 La **Figura 8** ilustra un sistema que comprende un aparato tostador 10 similar al aparato tostador de la Figura 1 en el cual la cámara de tostado se ha reemplazado por una cámara de calibración 1b similar a la cámara de la Figura 5 durante la operación de calibración. La calibración tiene como objetivo permitir al aparato tostador 10 reproducir recetas de tostado de granos de café definidas con un aparato tostador maestro M específico y similar. Durante esta operación de calibración, la cámara de calibración 1b se introduce dentro del aparato tostador 10 temporal.

55 Por temporal, se entiende que esta sonda de temperatura secundaria 3 se introduce solo durante la operación de calibración o para otras operaciones temporales (por ejemplo, operaciones de mantenimiento temporales para verificar la eficiencia del dispositivo térmico) pero no durante la operación normal de tostado de los granos de café.

60 La sonda de temperatura secundaria 3 se conecta a la unidad de procesamiento 8 del aparato tostador de manera que la medida de la temperatura dentro de la cámara T<sub>cal</sub> se proporciona como una entrada al sistema de control según lo ilustrado en **la Figura 9**.

65 Antes de que se inicie el proceso de calibración del aparato X, en una etapa preliminar, la curva de calibración predeterminada R<sub>ref</sub> se establece con el aparato tostador maestro M como se ilustra en la **Figura 10A**. Esto significa que la misma cámara de calibración 1b se introduce en el aparato tostador maestro.

Durante esta etapa, el dispositivo térmico 2 del aparato tostador M se controla para reproducir una curva  $R_{set}$  predeterminada, dicha curva predeterminada proporciona un conjunto de puntos ( $T_{set@t_i}$ ;  $t_i$ ) que representa la temperatura  $T_{set@t_1}$ ,  $T_{set@t_2}$ , ...  $T_{set@t_{final}}$  que se aplicará en tiempos sucesivos correspondientes predefinidos  $t_1$ ,  $t_2$ , ...,  $t_{final}$  respectivamente. Este control se basa en la temperatura  $T_{reg}$  regulada por la primera sonda de temperatura 5.

Durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada, la temperatura  $T_{ref}$  en la cámara se mide en función del tiempo en la segunda sonda de temperatura 3 temporal. Esta medida permite determinar al menos un conjunto de puntos ( $T_{ref@t_i}$ ;  $t_i$ ) ilustrado en la **Figura 10C** por la curva  $T_{ref}$ , correspondiente a la curva de calibración predeterminada  $R_{ref}$ .

De la misma manera, durante el proceso de calibración ilustrado en la **Figura 10B**, el dispositivo térmico 2 del sistema del aparato tostador X y la cámara de calibración 1b se controla para reproducir la misma curva  $R_{set}$  predeterminada. Este control se basa en la temperatura  $T_{reg}$  regulada por la primera sonda de temperatura 5.

Durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada, la temperatura  $T_{cal}$  en la cámara 1 se mide en función del tiempo en la segunda sonda de temperatura 3 temporal. Esta medida permite determinar al menos un conjunto de puntos ( $T_{cal@t_i}$ ;  $t_i$ ) ilustrado en la Figura 10C por la curva  $T_{cal}$ .

En el proceso de calibración del aparato tostador X, la temperatura  $T_{cal@t_i}$  se compara con la temperatura  $T_{ref@t_i}$  obtenida con el aparato tostador maestro M en al menos un mismo tiempo  $t_i$ . La Figura 10C ilustra las curvas o conjuntos de puntos correspondientes a:

- la curva  $R_{set}$  predeterminada,
- la temperatura  $T_{ref@t_i}$  en la cámara del aparato tostador maestro durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada, que establece la curva de calibración predeterminada  $R_{ref}$ , y
- la temperatura  $T_{cal@t_i}$  en la cámara del aparato tostador X durante la reproducción de la misma curva  $R_{set}$  predeterminada.

La Figura 10C muestra cómo la reproducción de la misma curva  $R_{set}$  predeterminada difiere de un aparato a otro. Esta diferencia puede explicarse mediante diferencias en el proceso de fabricación.

Para finalizar la calibración del aparato tostador X, basada en la comparación entre  $T_{cal}$  y  $T_{ref}$ , se aplica una corrección en la regulación del circuito de retroalimentación del aparato X de manera que, cuando el sistema de control del aparato X reproducirá la curva  $R_{set}$  predeterminada, la temperatura  $T_{ref}$  deseada se obtiene dentro de la cámara del aparato X, como se ilustra esquemáticamente en la **Figura 10D**.

Pueden aplicarse diferentes tipos de corrección dependiendo de la relación entre  $T_{cal}$  y  $T_{ref}$ . La complejidad de la relación puede depender de: las diferencias de construcción entre el aparato tostador y el aparato tostador maestro, tal como el uso de otro tipo de calentador, otra forma de cámara, otra regla o algoritmo de control para controlar el calentador (p. ej., más complejo si existen 2 grados de control en el impulsor de flujo de aire y el calentador) proporcionando, por ejemplo, un control más sensible.

La relación se determina, usualmente, a través del análisis de regresión y se implementa por medio de un software de análisis de regresión usando modelos de análisis muy conocidos tales como regresión lineal, regresión múltiple, regresión no lineal, regresión polinómica, ...

Una vez que se define la relación entre  $T_{cal}$  y  $T_{ref}$ , una corrección puede aplicarse a la regla o algoritmo aplicado por la regulación del circuito de retroalimentación. La corrección puede aplicarse en diferentes etapas de esta regla dependiendo de la complejidad de esta regla. En las modalidades más simples, preferentemente, la corrección se aplica a la temperatura  $T_{reg}$  medida por la primera sonda de temperatura 5 o a las temperaturas  $T_{@t_i}$  proporcionadas por las curvas de tostado que se reproducirán.

En el caso de los tostadores M y X ilustrados en las Figuras 10A y 10B, donde ambos tostadores comprenden componentes muy similares con un control del circuito de retroalimentación simple que opera el calentador 22 solo basado en la temperatura medida por la sonda de temperatura 5, puede definirse un factor de corrección a través de la relación K en el tiempo  $t_{final}$ :

$$\frac{T_{cal@t_{final}}}{T_{ch@t_{final}}}$$

Esta relación puede usarse como un factor de multiplicación simple de la temperatura  $T_{@t_i}$  proporcionada por las curvas de tostado que se reproducirán antes de compararse con  $T_{reg}$  en la regulación del circuito de retroalimentación.

En otra modalidad de la invención, lo contrario de la relación anterior, que es  $\frac{1}{K}$ , puede usarse como factor de multiplicación de la temperatura  $T_{reg}$  medida por la primera sonda de temperatura 5, antes de que esta temperatura

se compare con  $T_{@ti}$  en la regulación del circuito de retroalimentación.

La corrección permite que el sistema de control del aparato X suministre aire caliente dentro de la cámara a una temperatura que está más cerca a la temperatura  $T_{ref}$  obtenida en el aparato maestro.

5 Por consiguiente, además del proceso de calibración, durante la operación de tostado con el aparato tostador X, las recetas de tostado R de los granos de café predefinidas definidas para los granos específicos con el aparato tostador maestro M pueden reproducirse con precisión mediante el sistema de control que aplica la relación anterior a la medida de la temperatura regulada en la primera sonda 5 para controlar el dispositivo térmico 5 o a la temperatura  $T_{@ti}$  proporcionada por las curvas de tostado que se reproducirán.

El proceso de calibración puede aplicarse con diferentes alternativas en relación con:

- 15 - el tipo de comparación entre las temperaturas  $T_{ref}$  y  $T_{cal}$ , y/o
- la implementación de la iteración en el proceso de calibración que reitera el proceso con incluso una corrección más precisa y/o
- el tipo de curva  $R_{set}$  predeterminada usada en el proceso.

20 Estas alternativas pueden proporcionar más o menos precisión a la calibración y la reproducción consistente adicional de las recetas de tostado.

Las Figuras 11A a 11D ilustran curvas alternativas que pueden usarse y obtenerse en la modalidad ilustrada en las Figuras 10A y 10B.

25 La **Figura 11A** ilustra el perfil preferido de una curva  $R_{set}$  predeterminada que no necesita reproducir un perfil que corresponde a una receta de tostado. Preferentemente, esta curva proporciona un conjunto de puntos ( $T_{set@tset i}$ ;  $t_{set i}$ ) y comprende sucesivamente:

- 30 - en una primera fase, una meseta de la temperatura  $T_{set}$  a una temperatura fija  $T_{set-stab}$ , después,
- en una segunda fase, un aumento de temperatura  $T_{set}$  de  $T_{set-stab}$  a una temperatura  $T_{set-high}$  mayor, después,
- en una tercera fase, una meseta de la temperatura  $T_{set}$  a dicha temperatura  $T_{set-high}$ .
- en una cuarta fase, un enfriamiento durante el cual se detiene el calentamiento.

35 En consecuencia, esta curva  $R_{set}$  predeterminada puede definirse con tres puntos: ( $T_{set-stab}$ ;  $t_{stab}$ ), ( $T_{set-high}$ ;  $t_{high}$ ) y ( $T_{set-high}$ ;  $t_{end}$ ).

40 Como se mencionó anteriormente, en la primera fase, la temperatura fija  $T_{set-stab}$  se define, preferentemente, como una temperatura que puede alcanzarse rápidamente mediante el aparato tostador cualquiera que sea la temperatura ambiente en la habitación donde se usa, por ejemplo, una temperatura de aproximadamente 40 °C. La longitud de esta primera fase debe ser suficiente para permitir el calentamiento del aparato frío o el enfriamiento del aparato caliente (si se ha usado anteriormente) hasta un estado de estabilización. La longitud puede variar de un tipo de aparato a otro, en particular, de la potencia del dispositivo térmico, el intercambio de calor con el exterior.

45 Generalmente, pueden ser suficientes unos pocos minutos.

50 En la segunda y tercera fases, la temperatura  $T_{set-high}$  que se alcanzará y mantendrá puede depender nuevamente del tipo de dispositivo térmico usado en el aparato tostador y, en particular, en el tipo de regulación de la potencia proporcionada al dispositivo térmico. Para un dispositivo térmico eléctrico donde el soplador de aire se mantiene en la misma velocidad y donde la regulación se opera al adaptar solo la potencia de la resistencia eléctrica, la temperatura  $T_{set-high}$  se fija, preferentemente, en una zona operativa estable de la resistencia eléctrica. Por consiguiente, mantener la resistencia eléctrica en dicha zona no crea desviaciones importantes durante la regulación.

55 La presencia de una meseta en la tercera fase permite la estabilización de la temperatura y una comparación más confiable con  $R_{cal}$  a lo largo de esta meseta en lugar de en la zona de cambio rápido de temperatura como en el aumento al comienzo de la segunda fase.

En un aparato tostador tal como se ilustra en la Figura 1, la curva  $R_{set}$  puede definirse de la siguiente manera:

- 60 -  $T_{set-stab} = 40$  °C
- $t_{stab}$  en el rango de 7 a 10 minutos
- $T_{set-high}$  en el rango de 100 a 200 °C
- $t_{end}$  en el rango de 4 a 6 minutos.

65 La **Figura 11B** ilustra la curva  $R_{ref}$  obtenida durante la implementación de la primera etapa preliminar (tal como se ilustra en la Figura 10A) donde la curva  $R_{set}$  predeterminada se reproduce en el aparato tostador maestro M basado en la temperatura medida con la primera sonda de temperatura 5, y donde simultáneamente la temperatura  $T_{ref}$  se

5 mide en la cámara mediante una segunda sonda temporal 3 de la cámara de calibración 1b. Una curva de calibración  $R_{ref}$  que comprende un conjunto de puntos ( $T_{ref@ti}; ti$ ) que representa  $T_{ref}$  en función del tiempo se determina como se ilustra por puntos blancos. Preferentemente, los puntos se determinan en tiempos predefinidos  $t_{ref i}$  que están en las partes de la curva  $R_{set}$  que comprende una meseta.

10 Como se ilustra en la Figura 11B, al menos un tiempo predefinido  $t_{ref 1}$  se define en la primera fase y al menos dos tiempos predefinidos  $t_{ref 2}$  a  $t_{ref 7}$  se definen en la tercera fase.

15 La **Figura 11C** ilustra la curva  $R_{cal}$  obtenida durante la implementación del proceso de calibración del aparato tostador X donde se controla el dispositivo térmico del aparato X para reproducir la curva  $R_{set}$  basada en la medida de la temperatura con la primera sonda de temperatura 5, y donde simultáneamente la temperatura  $T_{cal}$  se mide en la cámara de calibración 1b mediante la segunda sonda temporal 3 (como se ilustra en la Figura 10B). Una curva  $R_{cal}$  que comprende un conjunto de puntos ( $T_{cal@ti}; ti$ ) que representa  $T_{cal}$  en función del tiempo se establece como se ilustra y  $T_{cal}$  se mide en los tiempos predefinidos  $t_{ref i}$  que establece un conjunto de puntos ( $T_{cal@tref i}; tref i$ ) que representa  $T_{cal}$  en función del tiempo como se ilustra mediante puntos negros.

20 En la modalidad de la Figura 11C, durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada, en los tiempos predefinidos  $t_{ref i}$ , las temperaturas  $T_{ref@tref i}$  y  $T_{cal@tref}$  correspondientes pueden compararse y se aplica inmediatamente una corrección dentro del sistema de control del aparato tostador.

25 En una modalidad preferida, ilustrada por la curva en la **Figura 11D**, durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada mediante el aparato X, en tiempos predefinidos  $t_{ref i}$  (como se determina en la Figura 11C), se calcula la relación  $T_{ref@tref i} / T_{cal@tref i}$  correspondiente y se aplica inmediatamente un factor de corrección a las temperaturas  $T_{set@ti}$  que se reproducirán mediante el aparato tostador X, dicho factor de corrección que corresponde a la relación  $K_i$  definida de la siguiente manera:

$$K_i = \prod_{n=1}^i \frac{T_{ref@tref n}}{T_{cal@tref n}}$$

30 La Figura 11D ilustra la evolución de esta relación  $K_i$  en los diferentes tiempos predefinidos  $t_{ref i}$ . La aplicación inmediata de la corrección en el sistema de control después de que cada relación calculada permite la determinación de un valor convergente para esta relación en una sola operación de calibración.

35 Este valor convergente final  $K_7$  obtenido en  $t_{cal7}$  se usa para calibrar el aparato tostador al aplicar dicho factor de multiplicación a las temperaturas  $T_{@ti}$  de las curvas de tostado establecidas con el aparato tostador maestro M y que se reproducirán mediante el aparato tostador X.

40 Alternativamente, el valor convergente final  $K_7$  obtenido en  $t_{cal7}$  puede usarse para calibrar el aparato tostador al aplicar el factor de multiplicación  $\frac{1}{K_7}$  a la temperatura  $T_{reg}$  medida por la primera sonda de temperatura 5 dentro del sistema de control del aparato tostador X. Dependiendo de la evolución de la convergencia de la relación calculada  $K$  para un valor fijo, el proceso de calibración puede detenerse antes.

La **Figura 12A** ilustra el circuito de retroalimentación cerrado de la regulación de temperatura durante el proceso de calibración ilustrado en la Figura 10B y las Figuras 11A a 11D.

45 Durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada, en los tiempos predefinidos  $t_{ref i}$  ( $i = 1$  a  $n$ ), la temperatura  $T_{cal@tref i}$  se mide en la cámara en la segunda sonda de temperatura 3 y se introduce en la unidad de control 8. Se compara con la temperatura  $T_{ref@tref i}$  predeterminada correspondiente, aquí la comparación consiste en calcular la relación  $K_i$  de la siguiente manera:

$$K_i = \prod_{n=1}^i \frac{T_{ref@tref n}}{T_{cal@tref n}}$$

50 Después, esta relación  $K_i$  se usa inmediatamente para corregir la temperatura  $T_{set}$  dentro del circuito de retroalimentación de la regulación de temperatura: en consecuencia, en el ejemplo ilustrado el valor introducido  $T_{set@ti}$  se introduce como  $K_i \times T_{set@ti}$  en comparación con  $T_{reg@ti}$  en el circuito de retroalimentación.

55 La **Figura 12B** ilustra un método alternativo de calibración al implementado en la Figura 12A. La Figura 12B ilustra el circuito de retroalimentación cerrado de la regulación de temperatura durante el proceso de calibración ilustrado en la Figura 10B y las Figuras 11A a 11D.

60 Durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada, en los tiempos predefinidos  $t_{ref i}$  ( $i = 1$  a  $n$ ), la temperatura  $T_{cal@tref i}$  se mide en la cámara en la segunda sonda de temperatura 3 y se introduce en la unidad de control 8. Se

compara con la temperatura  $T_{ref@tref\ i}$  predeterminada correspondiente, aquí la comparación consiste en calcular la relación  $K_i$  de la siguiente manera:

$$K_i = \prod_{n=1}^i \frac{T_{ref@tref\ n}}{T_{cal@tref\ n}}$$

5 Después, esta relación  $K_i$  se usa inmediatamente para corregir la temperatura  $T_{reg}$  dentro del circuito de retroalimentación de la regulación de temperatura: en consecuencia, en el ejemplo ilustrado el valor medido  $T_{reg@ti}$  se introduce como  $\frac{T_{reg@ti}}{K_i}$  en comparación con  $T_{set@ti}$  en el circuito de retroalimentación.

10 En el proceso ilustrado en las Figuras 10A, 10B, 11A a 11D y 12A y 12B, si el aparato X que se calibrará es parte de una serie de aparatos fabricados similares para los cuales el método de calibración ya se ha implementado, después, podría predeterminarse un factor predeterminado  $K_0$  para esa serie. Por consiguiente, para acortar el proceso de calibración del aparato X, este factor  $K_0$  podría usarse en el cálculo del factor de corrección ilustrado en la Figura 8D de la siguiente manera:

$$K_i = K_0 \prod_{n=1}^i \frac{T_{ref@tref\ n}}{T_{cal@tref\ n}}$$

Las Figuras 13A y 13B ilustran dos situaciones diferentes.

20 La Figura 13A ilustra la situación donde las relaciones  $T_{ref@tref\ i}/T_{cal@tref\ i}$  calculadas sucesivas se acercan una a la otra con el tiempo. Puede establecerse que, si a una  $tref\ i$ , la relación calculada  $T_{ref@tref\ i}/T_{cal@tref\ i}$  correspondiente difiere en menos del 2 % de la relación calculada  $T_{ref@tref\ i-1}/T_{cal@tref\ i-1}$  anterior, después, la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada como se ilustra en la Figura 11C puede detenerse. La última relación calculada  $K_i$  puede usarse como el factor de corrección del aparato X. En la curva ilustrada, la relación  $T_{ref@tref\ 5}/T_{cal@tref\ 5}$  está muy cerca de  $T_{ref@tref\ 4}/T_{cal@tref\ 4}$ , significa que la etapa c) del proceso de calibración puede detenerse ya en  $tcal5$ .

25 La Figura 13B ilustra la situación donde la relación calculada  $T_{ref@tref\ i}/T_{cal@tref\ i}$  sucesiva no converge. Puede establecerse que, si en  $tref\ i$  sucesiva, la relación  $T_{ref@tref\ i}/T_{cal@tref\ i}$  calculada correspondiente aumenta en más de 20 %, después, se detiene el proceso de calibración. En la curva ilustrada, la relación  $T_{ref@tref\ i}/T_{cal@tref\ i}$  no converge después  $t6$  lo que significa que no puede definirse un factor K. El proceso de calibración está fallando y debe detenerse. Tal situación revela que el método no se ha operado correctamente o el aparato está roto o presenta tal defecto que no puede operarse normalmente y calibrarse.

30 Puede sugerirse reiniciar el proceso de calibración. Si el proceso de calibración falla nuevamente, se requerirá mantenimiento.

35 El operador puede guiarse para implementar estas etapas diferentes a través de la pantalla del aparato de una manera automática.

40 Alternativamente, puede estimarse que las relaciones calculadas sucesivas no convergen cuando las relaciones alcanzan los valores superior e inferior predeterminados, tales como, por ejemplo, inferior a 0,5 o superior a 2. Si se monitorean tales relaciones, después, se detiene el proceso.

45 La curva de referencia  $R_{ref}$  determinada con el aparato maestro siempre se establece en las mismas condiciones que se usan en el proceso de calibración para el sistema que comprende el aparato tostador X que es un aparato maestro que presenta el mismo medio para simular los granos y medir la temperatura o que usa la misma jarra de calibración.

50 En las modalidades descritas anteriormente del proceso de calibración, el valor de la temperatura  $T_{cal@ti}$  medido en la segunda sonda de temperatura 3 puede ajustarse a un valor ajustado  $T_{cal@ti-ajustado}$  que es específico para dicha segunda sonda de temperatura.

55 Este ajuste de la temperatura no es necesario si solo hay una única segunda sonda temporal 3 para determinar la curva de referencia  $R_{ref}$  predeterminada obtenida con el aparato tostador maestro y para calibrar todos los aparatos tostadores posteriormente, como se ilustra en la etapa preliminar 6b y la etapa de calibración 6c de la Figura 6.

60 Aun así, cuando existen múltiples segundas sondas temporales 3 o cámaras de calibración temporales diferentes (que se vuelven necesarias cuando se comercializa un número importante de aparatos tostadores), las medidas de estas sondas o cámaras se comparan con las medidas de la segunda sonda temporal 3 original o con otra segunda sonda temporal 3 ya calibrada. Basada en esta comparación, puede usarse una nueva segunda sonda temporal 3 en un proceso de calibración de un aparato tostador tal como se describió anteriormente.

Preferentemente,

- el valor de la temperatura  $T_{cal@ti}$  medido en la nueva segunda sonda de temperatura en la etapa c) puede ajustarse a un valor ajustado  $T_{cal@ti-ajustado}$ ,
- y
- en la etapa d) este valor ajustado  $T_{cal@ti-ajustado}$  puede compararse con la temperatura  $T_{ref@ti}$ . Para la operación de comparación de las medidas de la nueva segunda sonda temporal con las medidas de la segunda sonda temporal 3 original o con otra segunda sonda temporal 3 ya calibrada, se reproduce una curva de temperatura vs. de tiempo de referencia, por ejemplo, una curva tal como se ilustra en la Figura 8A. Después, basado en esta comparación, puede definirse el ajuste de la medida de temperatura de la nueva segunda sonda temporal.

Pueden aplicarse diferentes tipos de ajuste dependiendo de la relación entre las temperaturas de las dos sondas. La complejidad de la relación puede depender de: las diferencias de construcción entre ellas tales como el uso de un nuevo tipo de sonda, otra forma de cámara, una nueva posición de la sonda dentro de la cámara temporal, ...

La relación puede determinarse a través del análisis de regresión y se implementa por medio de un software de análisis de regresión usando modelos de análisis muy conocidos tales como regresión lineal, regresión múltiple, regresión no lineal, regresión polinómica, ...

En un proceso preferido:

$$T_{cal@ti-ajustado} = K_{2probe} \cdot (T_{cal@ti})^2 + K_{1probe} \cdot T_{cal@ti} + T_{probe}$$

en donde la desviación de temperatura predeterminada  $T_{probe}$  y las relaciones de temperatura predeterminadas  $K_{1probe}$  y  $K_{2probe}$  se definen mediante el software de análisis de regresión.

El proceso de calibración de la presente invención se implementó en un modelo de aparatos tostadores que presentan las características del aparato de la Figura 1.

Se produjo una serie de aparatos tostadores como copias de los aparatos tostadores maestros con las cuales se establecieron las recetas de tostado. Sin aplicar el proceso de calibración a los aparatos tostadores de la serie similar al aparato tostador maestro, se observó que el tostado de los mismos granos de acuerdo con la misma receta de tostado produjo granos tostados de diferentes colores desde un aparato a otro que fue la evidencia de ausencia del tostado consistente. La medida de la temperatura dentro de las cámaras de estos aparatos diferentes mostró una diferencia de aproximadamente 10 % con el aparato maestro, que es una diferencia de 20 a 25 °C cuando se solicitó una temperatura de 200 °C.

Al implementar el método de calibración con una jarra de calibración, como se ilustra en la Figura 5 en cada aparato tostador de la serie, esta diferencia se redujo a aproximadamente 1 °C y se confirmó que se obtuvieron los granos del mismo color.

El sistema de la presente invención presenta la ventaja de permitir la calibración de aparatos tostadores sin el uso de granos y sin ensuciar el aparato.

Ventajosamente, el sistema proporciona una sonda de temperatura de calibración externa y temporal que puede ubicarse de una manera reproducible dentro del aparato para calibrar el aparato tostador siempre que sea necesario. El medio configurado para crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente para simular la presencia de granos de café permite la reproducción de la temperatura dentro de la cámara como si estuvieran presentes los granos y la sonda de temperatura secundaria es capaz de medir con precisión la temperatura soportada por dichos granos cuando se aplica una receta. La comparación con la temperatura medida en las mismas condiciones con el aparato maestro permite la corrección de los dispositivos térmicos de aparatos tostadores similares en comparación.

Aunque la invención se ha descrito con referencia a las modalidades ilustradas anteriormente, se apreciará que la invención reivindicada no se limita de ninguna manera por estas modalidades ilustradas.

Pueden realizarse variaciones y modificaciones sin apartarse del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones.

Como se usa en esta especificación, las palabras "comprende", "que comprende", y palabras similares, no deben interpretarse en un sentido exclusivo o exhaustivo. En otras palabras, pretenden significar "que incluye, pero no se limita a".

Lista de referencias en las figuras:

Aparato tostador	10
Cámara de tostado	1a
Abertura inferior	11
Abertura superior	12
Abertura de sonda	13
Cámara de calibración	1b
Dispositivo térmico	2
Impulsor de flujo de aire	21
Calentador	22
Pasaje	23
Segunda sonda de temperatura	3
Alojamiento	4
Orificio de salida de aire	41
Entradas de aire	42
Parte de alojamiento vertical	43
Primera sonda de temperatura	5, 51
Interfaz de usuario	6
Lector de códigos	7
Unidad de procesamiento	8
Sistema de control	80
Fuente de alimentación	9
Conducto de humo	14
Abertura de sonda	141
Colector de cáscaras	15
Medios de restricción	16, 16a, 16b, 16c
Objetos granulares inertes	17
Obturador	18
Sensor	19
Interfaz de comunicación	61
Base de datos	62
Unidad de memoria	63

REIVINDICACIONES

1. Sistema de tostado de granos de café que comprende:

- 5 - un aparato tostador de granos de café (10), el aparato comprende:
- . una cámara (1) dedicada al tostado de granos de café,
  - . un dispositivo térmico (2) para suministrar un flujo de aire caliente a la cámara,
  - . al menos una primera sonda de temperatura (5) para regular la temperatura del aire suministrada por el
  - 10 dispositivo térmico, la primera sonda de temperatura se ubica fuera de la cámara,
  - . un sistema de control (80) configurado para controlar el dispositivo térmico y configurado para reproducir curvas de tostado cada una de las curvas de tostado proporciona un conjunto de puntos ( $T_{@t_i}; t_i$ ) que representa la temperatura que se aplicará en tiempos discretos sucesivos  $t_i$ , respectivamente, el control del dispositivo térmico se basa en la temperatura  $T_{reg}$  regulada por la al menos una primera sonda de temperatura,
  - 15 **caracterizado por que** comprende adicionalmente:
    - al menos una segunda sonda de temperatura (3) configurada para ser introducida temporalmente dentro del aparato tostador para medir la temperatura dentro de la cámara de tostado,
    - al menos un medio configurado para crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente mientras la cámara está libre de granos de café para simular la presencia de granos de café dentro de la cámara durante una operación de tostado.

2. Sistema de tostado de granos de café de acuerdo con la reivindicación anterior, en donde:

- 25 - el dispositivo térmico (2) del aparato tostador comprende un impulsor de flujo de aire (21) y un calentador (22) y el sistema de control del aparato tostador se configura para operar el impulsor de flujo de aire para ajustar el flujo de aire,
- y
- 30 - el medio configurado para crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente mientras la cámara está libre de granos de café es el impulsor de flujo de aire (21).

3. Sistema de tostado de granos de café de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el medio configurado para crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente mientras la cámara está libre de granos de café comprende al menos un dispositivo extraíble diseñado para restringir el flujo de aire caliente dentro y/o corriente abajo de la cámara (16, 16a, 16b, 16c), opcionalmente el al menos un dispositivo extraíble diseñado para restringir el flujo de aire comprende una rejilla, una malla, una placa con al menos un orificio y/o una tubería con un diseño venturi.

4. Sistema de tostado de granos de café de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el al menos un dispositivo extraíble diseñado para restringir el flujo de aire caliente dentro y/o corriente abajo de la cámara es una parte integrada y móvil del aparato tostador de granos de café (10), y el aparato tostador comprende medios configurados para mover el al menos un dispositivo y para ubicar el dispositivo temporalmente y de manera extraíble dentro o en la salida de la cámara del aparato tostador.

5. Sistema de tostado de granos de café de acuerdo con la reivindicación 3, en donde:

- 45 - la cámara de tostado dedicada (1a) del aparato tostador de granos de café es extraíble del aparato tostador, y
- el aparato tostador de granos de café comprende un área diseñada para recibir y sostener la cámara de tostado dedicada extraíble, y
  - el al menos un dispositivo extraíble diseñado para restringir el flujo de aire caliente dentro y/o corriente abajo de la cámara es parte de una cámara de calibración (1b), la cámara de calibración se configura para ser introducida de manera extraíble dentro del área de retención y recepción en lugar de la cámara dedicada.

6. Sistema de tostado de granos de café de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el medio configurado para crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente mientras la cámara está libre de granos de café comprende objetos inertes granulares (17), los objetos inertes granulares se diseñan para simular granos de café.

7. Sistema de tostado de granos de café de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el aparato tostador comprende medios configurados para ubicar la al menos una segunda sonda de temperatura (3) temporalmente y de manera extraíble dentro o en la salida de la cámara del aparato tostador.

8. Sistema de tostado de granos de café de acuerdo con la reivindicación anterior, en donde la al menos una segunda sonda de temperatura (3) es una parte integrada del aparato tostador de granos de café (10) y el aparato tostador comprende medios para mover la al menos una segunda sonda en el conducto conectado a la salida de la cámara.

9. Sistema de tostado de granos de café de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la al menos una segunda sonda de temperatura (3) es un dispositivo externo al aparato tostador de granos de café (10) y el aparato de granos de café

comprende una abertura diseñada para introducir la al menos una segunda sonda de temperatura (3) de una manera hermética dentro de la cámara o en el conducto (14) conectado a la salida de la cámara.

10. Sistema de tostado de granos de café de acuerdo con la reivindicación 7, en donde:

- la cámara de tostado dedicada (1a) del aparato tostador de granos de café es extraíble del aparato tostador, y
- el aparato tostador de granos de café comprende un área diseñada para recibir y sostener la cámara dedicada extraíble, y
- la al menos una segunda sonda de temperatura (3) es parte de una cámara de calibración (1b), la cámara de calibración se configura para ser introducida dentro del área de retención y recepción en lugar de la cámara de tostado dedicada.

11. Sistema de tostado de granos de café de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el aparato tostador (10) de granos de café comprende:

- una cámara (1b) dedicada a la calibración, la cámara de calibración comprende:
  - . la al menos una segunda sonda de temperatura (3),
  - . y opcionalmente al menos un dispositivo diseñado para restringir el flujo de aire para simular la presencia de granos de café dentro de la cámara durante una operación de tostado, y
- medios para guiar el flujo de aire caliente suministrado por el dispositivo térmico (2) a la cámara (1a) dedicada al tostado de los granos de café o a la cámara (1b) dedicada a la calibración.

12. Sistema de tostado de granos de café de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sistema de control (80) del aparato tostador se configura:

- para recibir la entrada de temperatura medida por la segunda sonda de temperatura, y
- para implementar un proceso de calibración del aparato tostador (10) basado en la entrada.

13. La cámara de calibración (1b) configurada para ser introducida en lugar de la cámara de tostado (1a) de un aparato tostador de granos de café, el aparato tostador de granos de café (10) comprende:

- . una cámara de tostado (1a) para contener los granos de café, la cámara es extraíble,
- . un dispositivo térmico (2) para suministrar un flujo de aire caliente a la cámara,
- . al menos una primera sonda de temperatura (5) para regular la temperatura del aire suministrada por el dispositivo térmico, la primera sonda de temperatura se ubica fuera de la cámara,
- . un sistema de control (80) configurado para controlar el dispositivo térmico y configurado para reproducir curvas de tostado cada una de las curvas de tostado proporciona un conjunto de puntos ( $T_{@t_i}$ ,  $t_i$ ) que representa la temperatura que se aplicará en tiempos discretos sucesivos  $t_i$ , respectivamente, el control del dispositivo térmico se basa en la temperatura  $T_{reg}$  regulada por la al menos una primera sonda de temperatura,

la cámara de calibración comprende:

- al menos una segunda sonda de temperatura (3).

14. Cámara de calibración de acuerdo con la reivindicación anterior, en donde la cámara de calibración comprende al menos un dispositivo diseñado para restringir el flujo de aire caliente dentro de la cámara de calibración, opcionalmente, la cámara de calibración comprende:

- una primera placa (16a) perforada por orificios y ubicada en la parte inferior de la cámara de calibración,
- una segunda placa (16c) perforada por orificios y ubicada corriente abajo de la al menos una segunda sonda de temperatura (3), los orificios se diseñan para llevar el flujo de aire para converger con la al menos una segunda sonda de temperatura,
- una tercera placa (16b) perforada por orificios y ubicada entre la primera placa y la al menos una segunda sonda de temperatura.

15. Cámara de calibración de acuerdo con la reivindicación 13, en donde la cámara de calibración es un tubo, el tubo presenta una sección transversal inferior a la sección transversal de la cámara de tostado del aparato tostador, opcionalmente el tubo comprende:

- una primera placa (16a) perforada por al menos un orificio y ubicada en la parte inferior de la cámara de calibración, y/o
- una segunda placa (16c) perforada por al menos un orificio y ubicada corriente abajo de la al menos una segunda sonda de temperatura (3).

16. Proceso para calibrar el aparato tostador de un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 que comprende las etapas de:

- 5 a - introducir temporalmente la al menos una segunda sonda de temperatura (3) dentro del aparato tostador,  
 b - mientras la cámara está libre de granos, controlar el dispositivo térmico para reproducir una curva  $R_{set}$  predeterminada, la curva predeterminada proporciona una serie de puntos ( $T_{set@t_i}$ ;  $t_i$ ) que representa la temperatura  $T_{set@t_1}$ ,  $T_{set@t_2}$ , ...  $T_{set@t_{final}}$  que se aplicará en tiempos sucesivos correspondientes predeterminados  $t_1$ ,  $t_2$ , ...,  $t_{final}$  respectivamente, el control se basa en la temperatura  $T_{reg}$  medida por la al menos una primera sonda de  
 10 temperatura (5),  
 y crear una pérdida de presión del flujo de aire caliente para simular la presencia de granos de café dentro de la cámara durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada,  
 c - durante la reproducción de la curva  $R_{set}$  predeterminada, medir la temperatura  $T_{cal}$  en función del tiempo dentro de la cámara en la al menos una segunda sonda de temperatura que permite la determinación de al menos un  
 15 conjunto de puntos ( $T_{cal@t_i}$ ;  $t_i$ ),  
 d - comparar la temperatura  $T_{cal@t_i}$  medida en al menos un tiempo  $t_i$  con la temperatura  $T_{ref@t_i}$  en el mismo tiempo  $t_i$  de una curva de referencia  $R_{ref}$  predeterminada obtenida con el aparato tostador maestro (M), la curva de referencia  $R_{ref}$  representa la temperatura  $T_{ref}$  medida en la cámara del aparato maestro (M) específico mientras se controla el dispositivo térmico del aparato maestro para reproducir la curva  $R_{set}$  predeterminada,  
 20 e - basado en esta comparación, calibrar el aparato tostador (X) al aplicar una corrección a la regulación del circuito de retroalimentación, preferentemente al aplicar una corrección a la temperatura  $T_{reg}$  medida por la primera sonda de temperatura (5) o al aplicar una corrección a las temperaturas  $T_{@t_i}$  proporcionadas por las curvas de tostado que van a reproducirse mediante el aparato tostador (X).



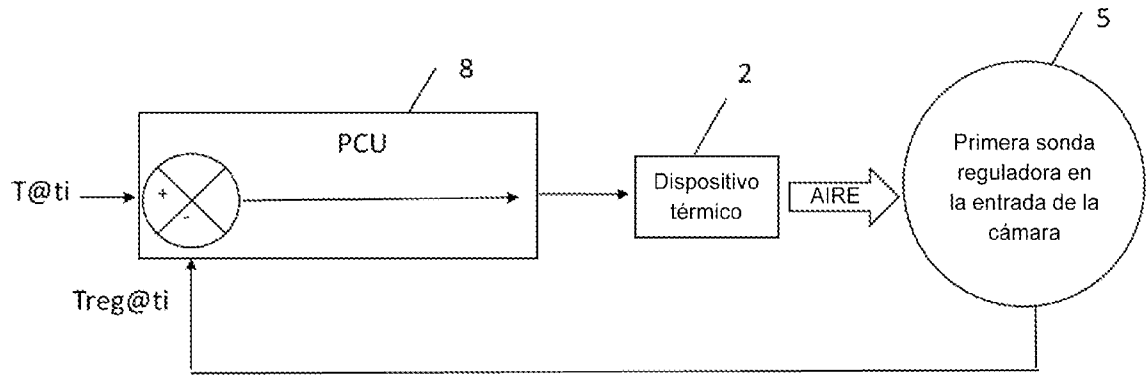


FIGURA 2B

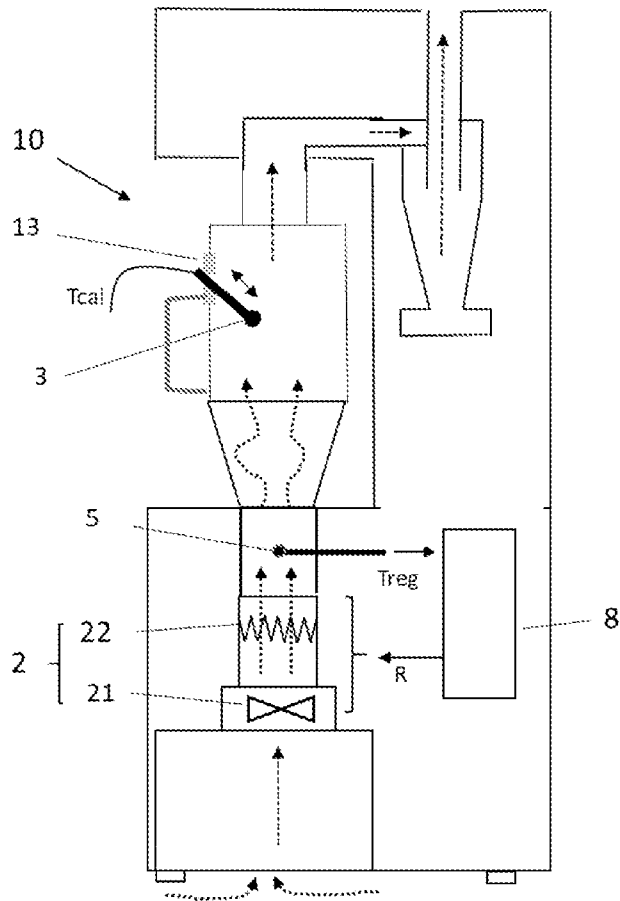


FIGURA 3A

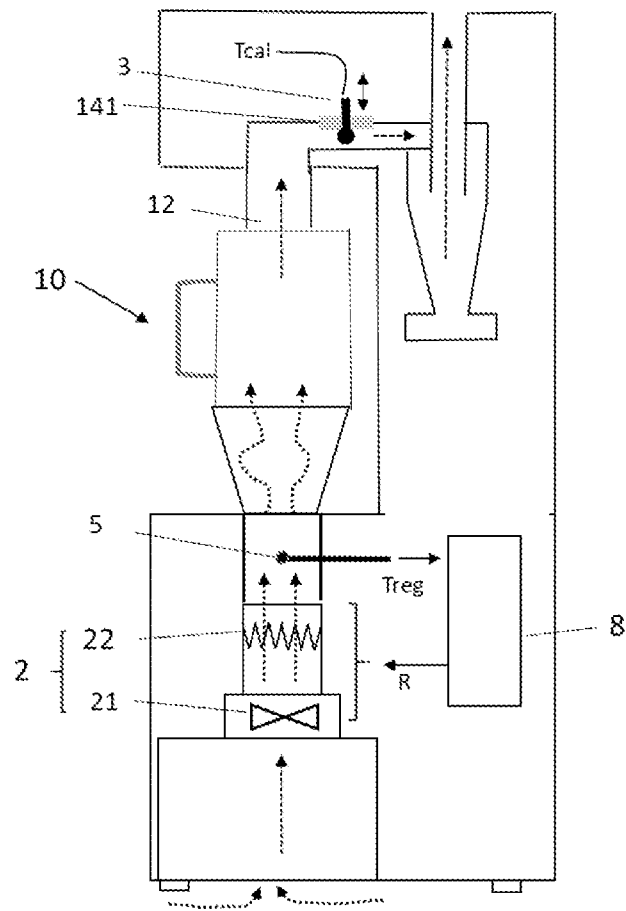


FIGURA 3B

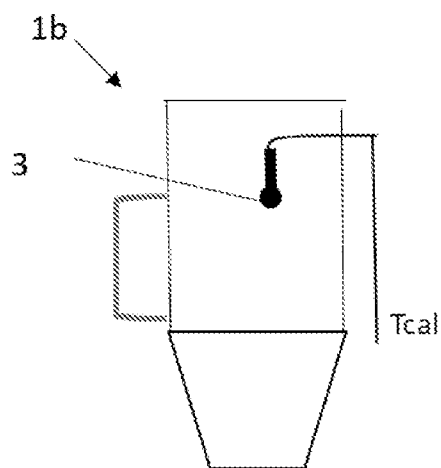


FIGURA 3C

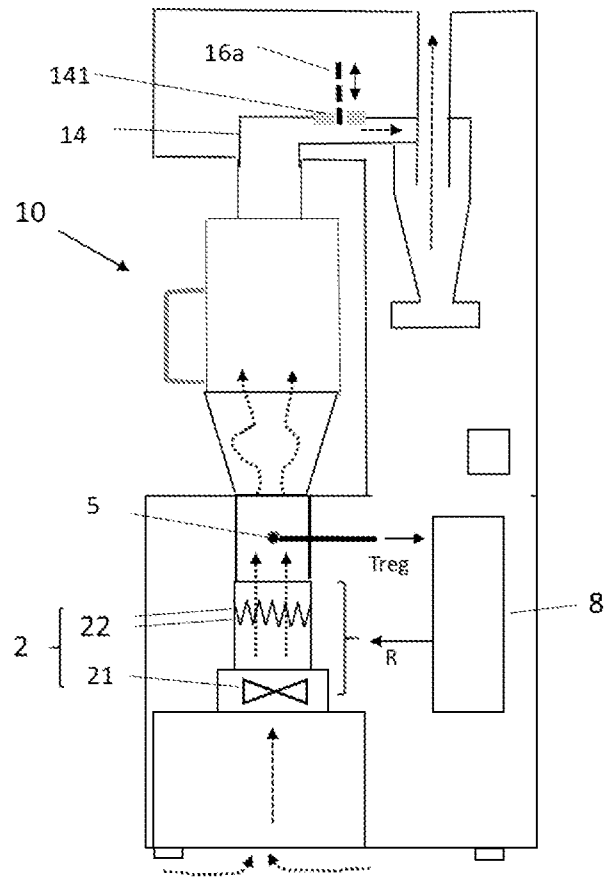


FIGURA 4A

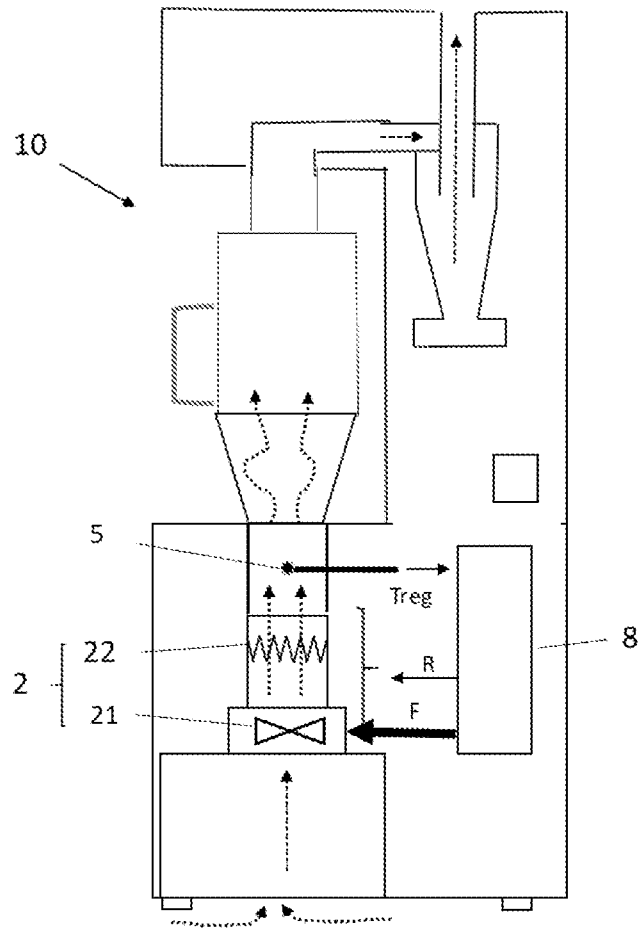


FIGURA 4B

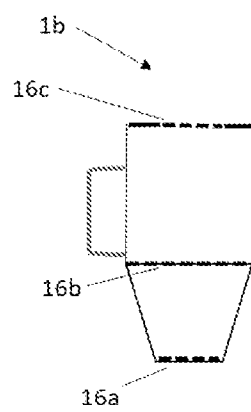


FIGURA 4C

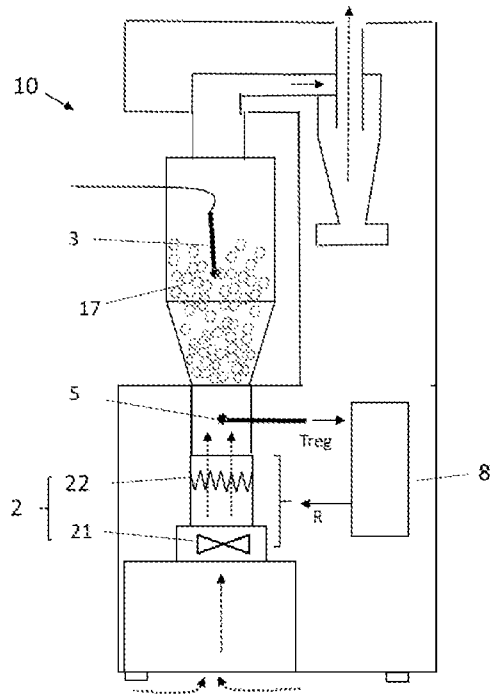


FIGURA 4D

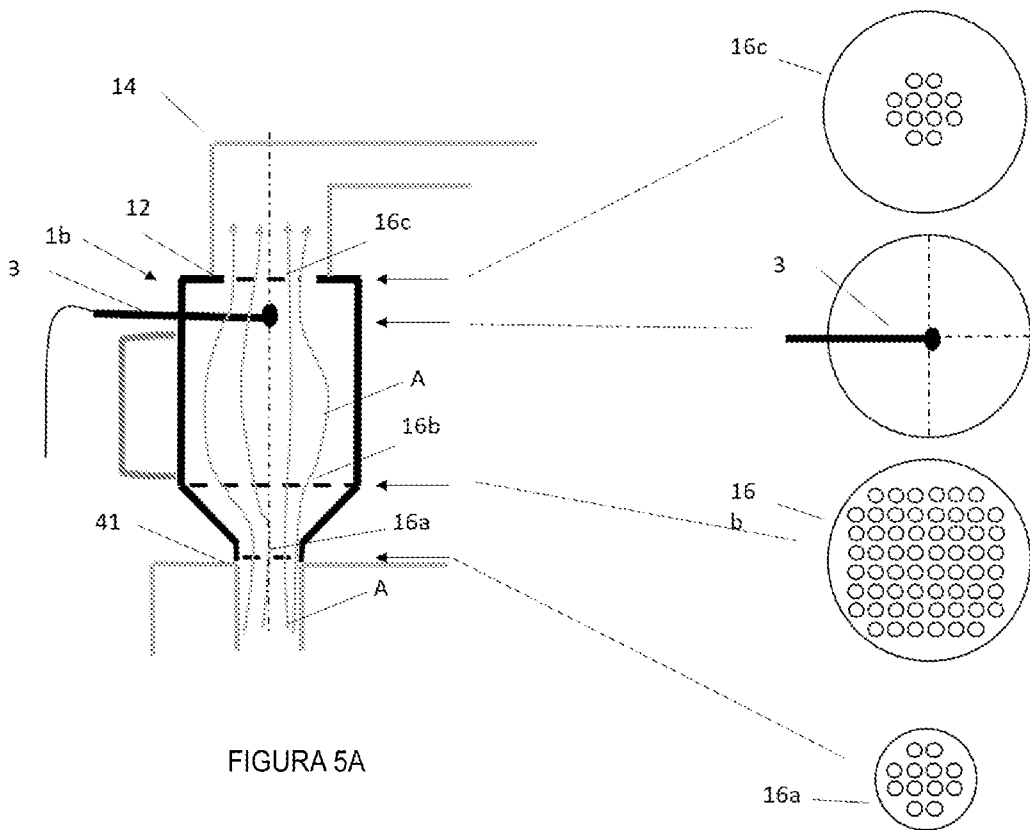


FIGURA 5A

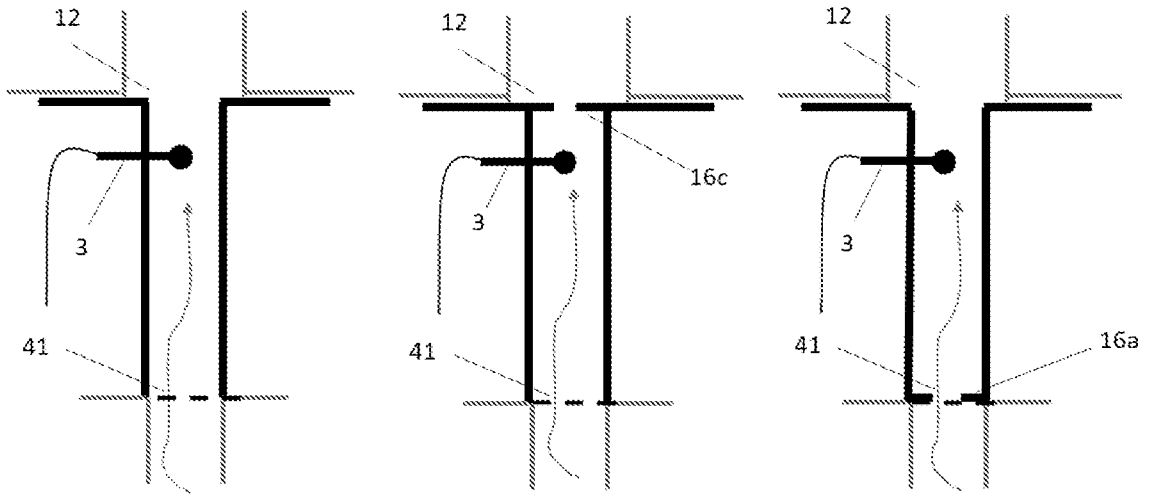


FIGURA 5B

FIGURA 5C

FIGURA 5D

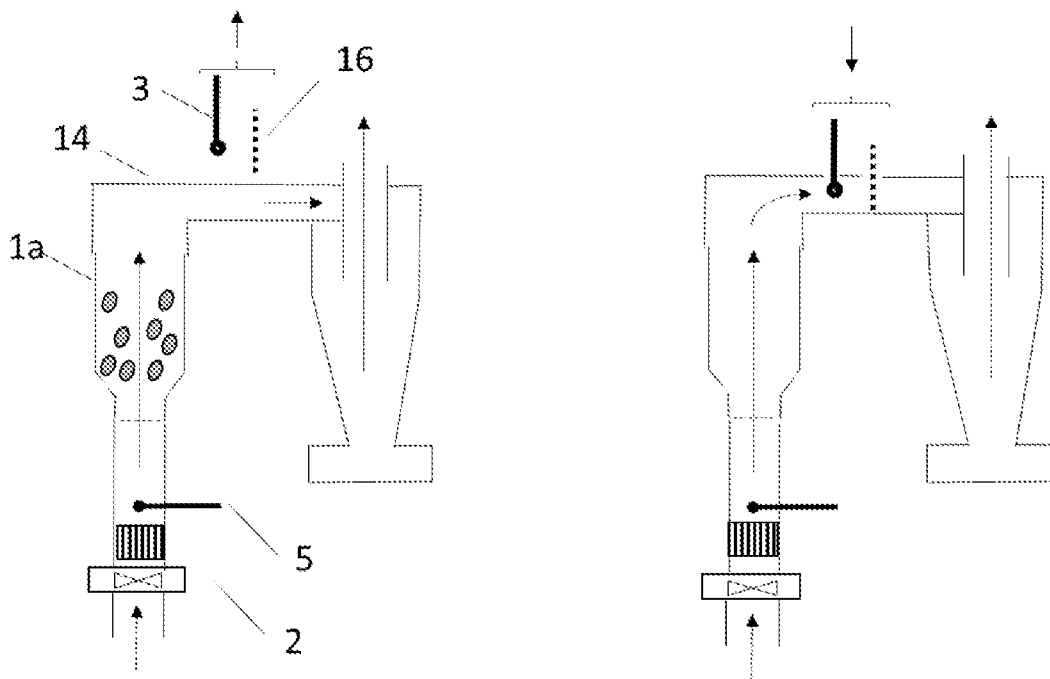


FIGURA 6A

FIGURA 6B

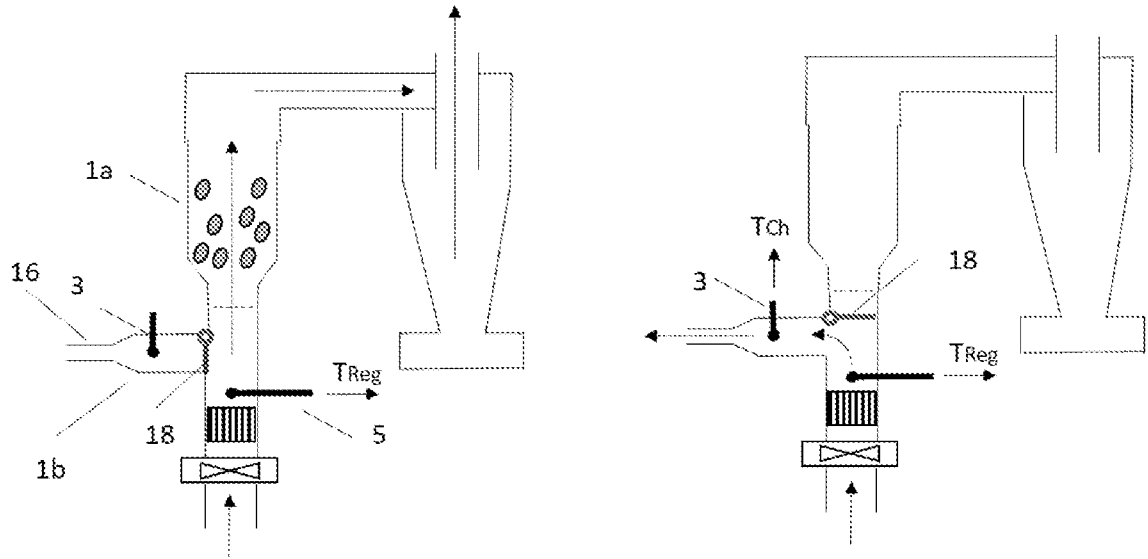


FIGURA 7A

FIGURA 7B

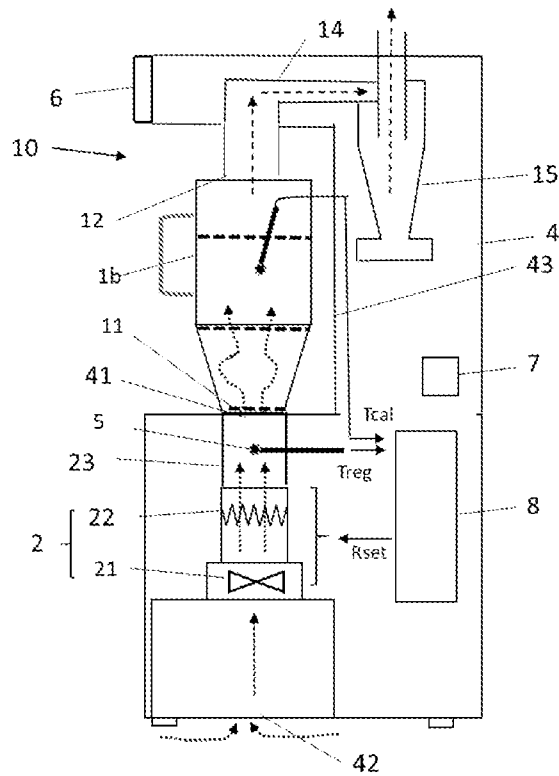


FIGURA 8

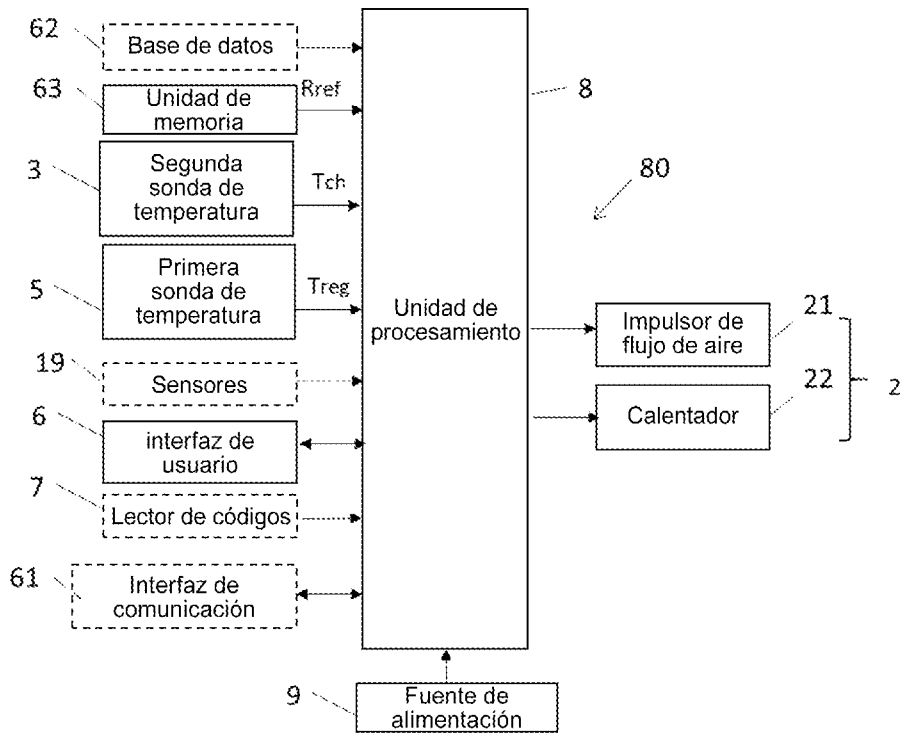


FIGURA 9

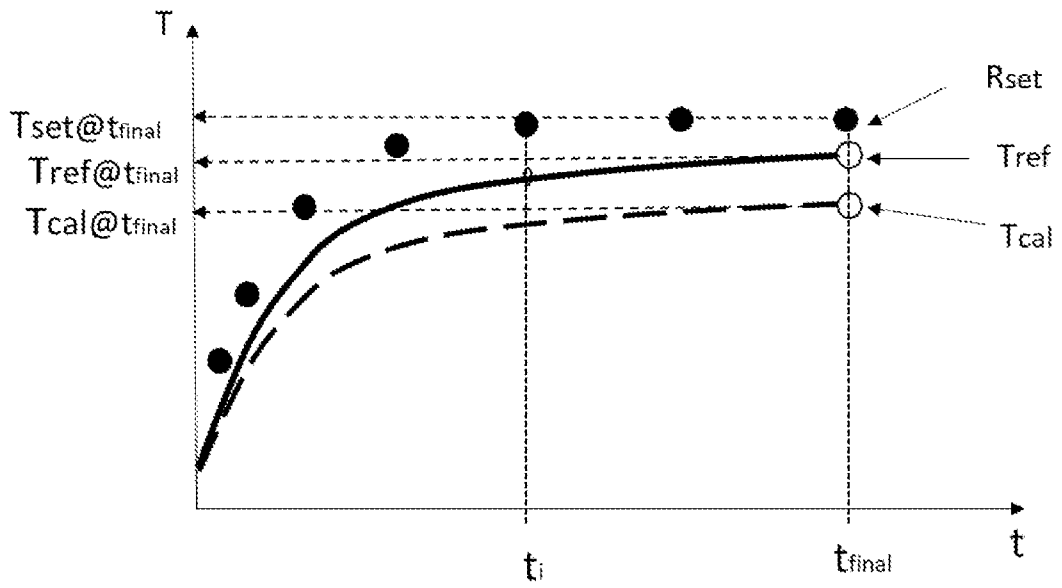
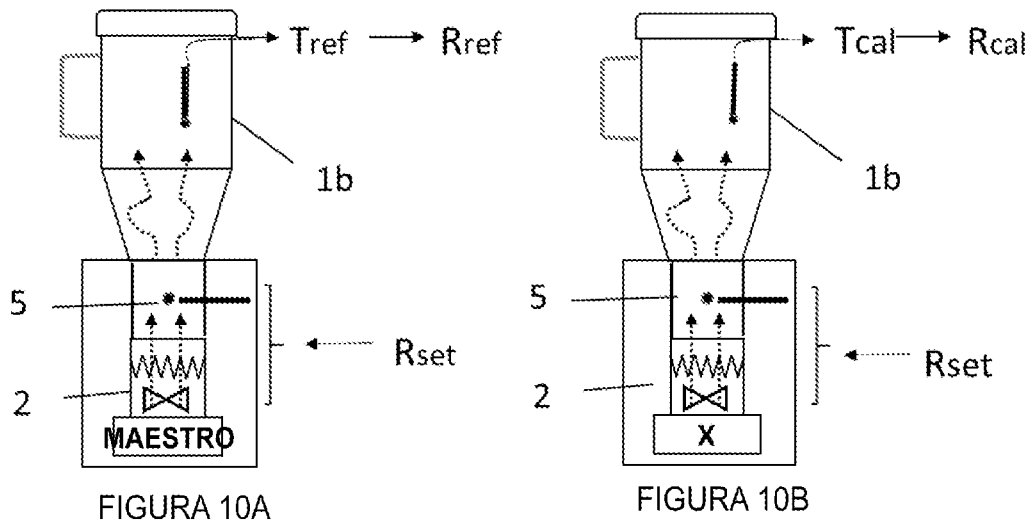


FIGURA 10C

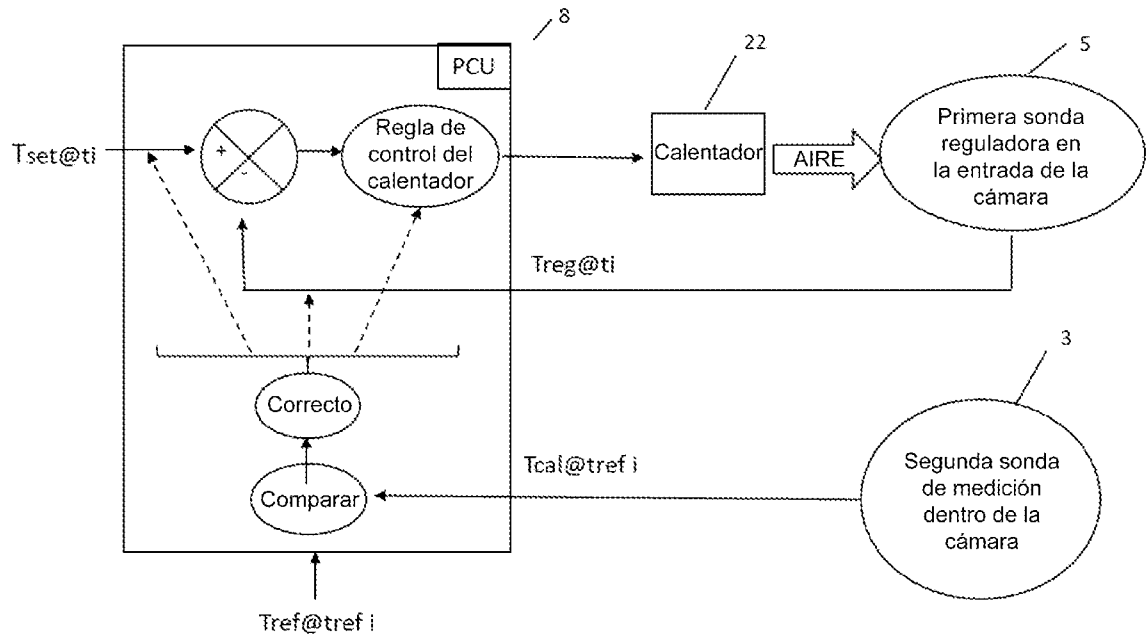
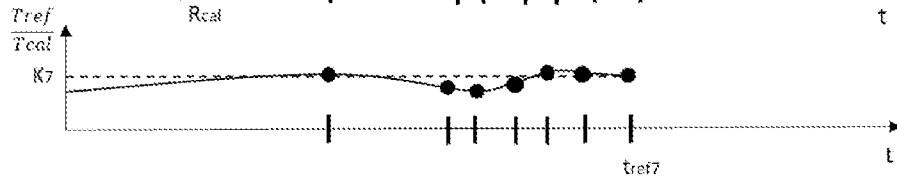
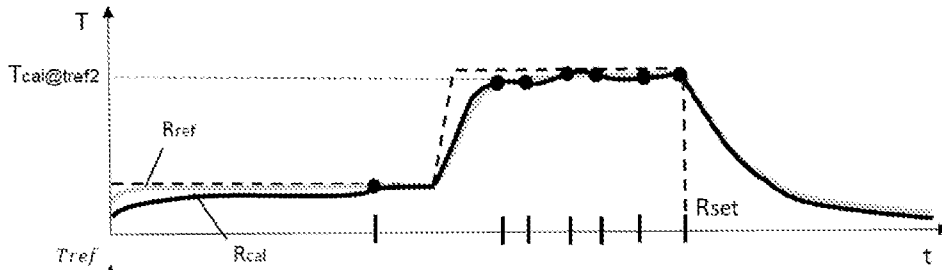
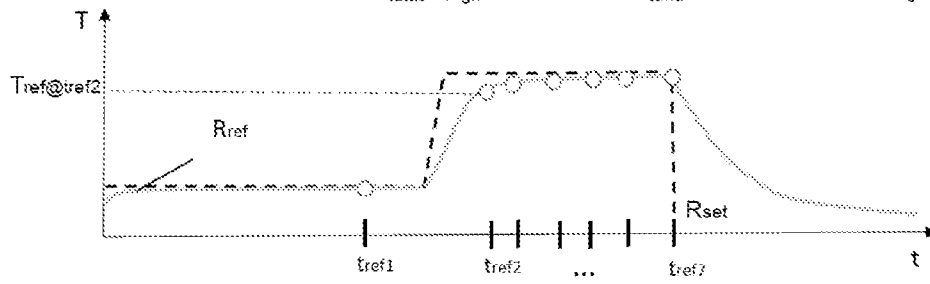
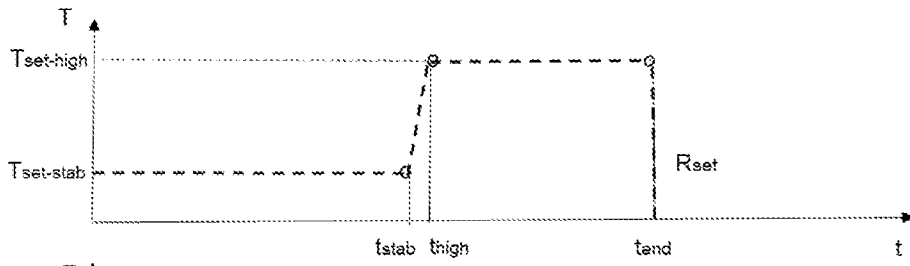


FIGURA 10D



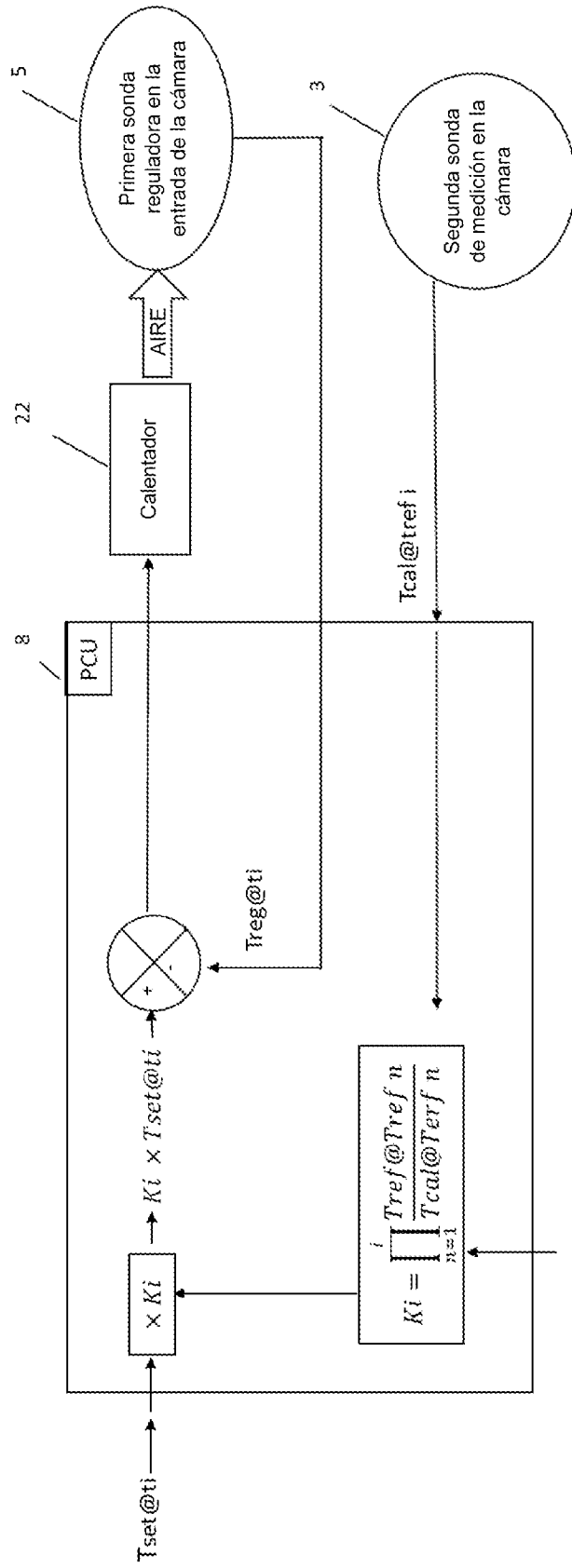


FIGURA 12A

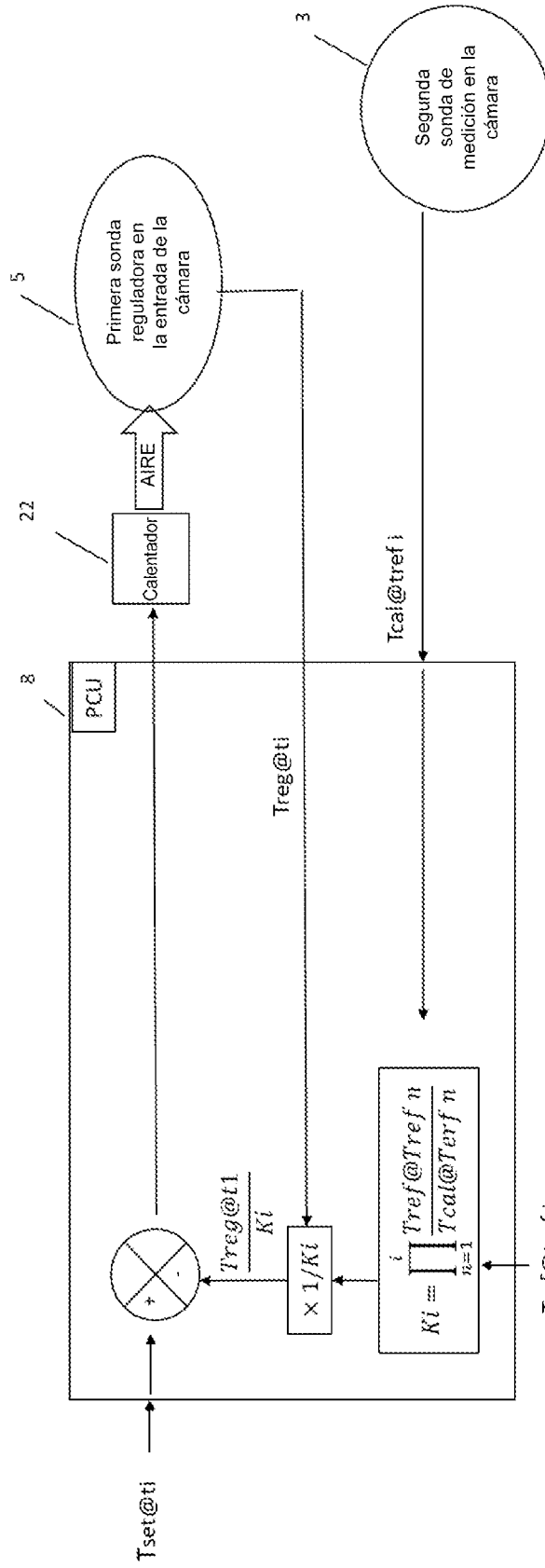


FIGURA 12B

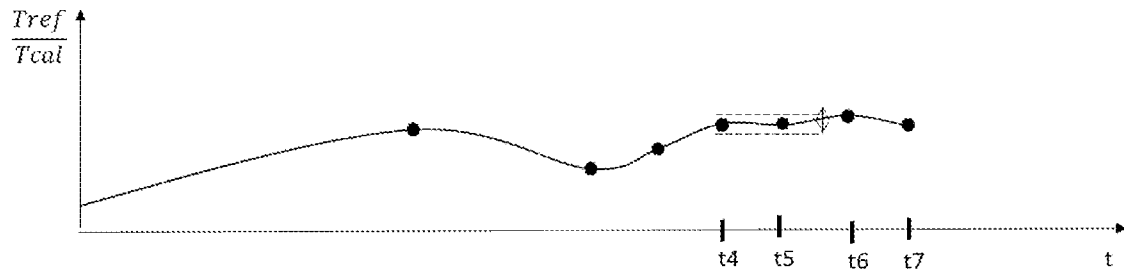


FIGURA 13A

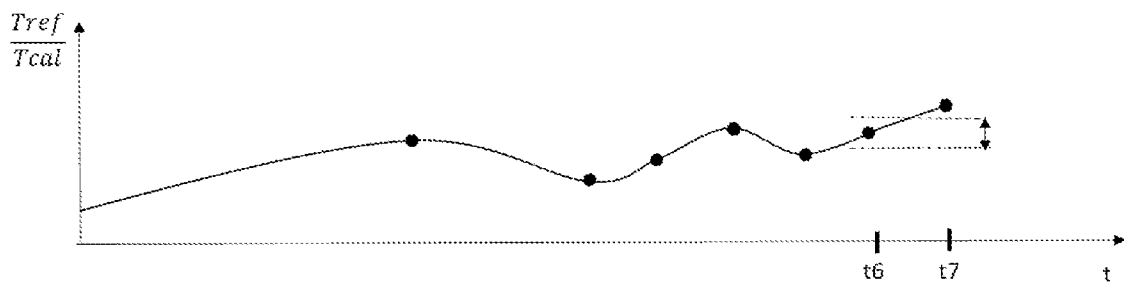


FIGURA 13B