

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 976 161**

51 Int. Cl.:

G05D 23/19 (2006.01)

A23N 12/08 (2006.01)

G05B 13/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.04.2021** **PCT/EP2021/061004**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.11.2021** **WO21219650**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2021** **E 21720532 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2024** **EP 4143660**

54 Título: **Método de tostado**

30 Prioridad:

27.04.2020 EP 20171659

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

24.07.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

DUBIEF, FLAVIEN, FLORENT y
BIGLER, NICOLAS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 976 161 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

Método de tostado

5 Campo de la invención

La presente invención se relaciona con aparatos tostadores de granos de café y el método 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.

20 De hecho, el controlador implementa una regulación del circuito de retroalimentación basada en la temperatura medida por la al menos una sonda de temperatura. Puede implementarse la regulación del circuito de retroalimentación tal como se describe en el documento US 2006/266229 o la publicación XP055725065.

30 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. La reproducción de este perfil de tostado es una garantía de no desperdiciar granos y obtener granos de café tostados con sabor óptimo cuando se prepara el café a partir de este. Usualmente, este perfil de tostado predefinido es definido por el experto de café con un aparato tostador específico usado en condiciones específicas.

35 Además, cuando un tipo de granos se vende continuamente, se espera que, basado en el perfil de tostado predefinido, cualquier aparato tostador sea capaz de tostar este tipo de granos consistentemente y que se obtengan los mismos granos tostados finales nuevamente. Por consiguiente, si se ordena y tuesta un nuevo lote de este tipo de granos de café, el aparato tostador que aplica el mismo perfil de tostado debe reproducir los mismos granos tostados finales consistentemente.

40 La reproducción consistente del perfil de tostado predefinido de los granos de café específicos dentro de diferentes aparatos tostadores puede ser difícil por varias razones.

El perfil o receta de tostado es definido inicialmente por un experto en café para un tipo específico de granos con un aparato tostador específico usado en condiciones específicas.

45 Cuando este perfil de tostado se reproduce para el mismo tipo de granos en otros aparatos de tostado, varias condiciones operativas pueden diferir:

50 - el aparato tostador puede ser ligeramente diferente. Por ejemplo, incluso si el aparato tostador se vende con la misma referencia, se producen diferentes lotes de producción bajo la misma referencia y cada lote puede comprender diferentes componentes internos ensamblados de una manera diferente a los otros lotes. Estas diferencias pueden afectar directamente la forma en que se tuestan los granos.

55 - el tipo de granos puede ser ligeramente diferente. Por ejemplo, los granos pueden haberse almacenado en diversas condiciones y su contenido de humedad puede variar o el pretratamiento de los granos puede haber cambiado.

- la cantidad de granos usados durante la operación de tostado puede diferir,

60 - las condiciones ambiente usadas durante la definición inicial del perfil de tostado pueden diferir de las condiciones ambiente usadas durante la reproducción, como la temperatura ambiente, la presión ambiente, la humedad ambiente, la altitud.

65 Todas estas diferencias afectan más o menos la reproducción consistente del perfil de tostado. La diferencia puede variar un día a otro dependiendo del clima, un tostado a otro dependiendo de la cantidad de granos que se tostará, del nuevo suministro de granos, ...

Un objetivo de la presente invención es proporcionar una solución a este problema de tostar consistentemente el

mismo perfil de tostado para el mismo tipo de granos en diferentes aparatos tostadores y dentro de diferentes condiciones.

Breve descripción de la invención

5 En un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para tostar granos de café con un aparato tostador (X), dicho aparato tostador comprende:

- 10 - una cámara para contener granos de café,
- un dispositivo térmico configurado para suministrar un flujo de aire caliente a la cámara,
- al menos una sonda de temperatura para medir la temperatura del aire suministrada por el dispositivo térmico,
- 15 - un sistema de control configurado para controlar el dispositivo térmico y configurado para reproducir recetas de tostado, dichas recetas de tostado representan la temperatura que se aplicará en tiempos discretos sucesivos t_i , respectivamente, dicho control del dispositivo térmico implementa una regulación del circuito de retroalimentación basada en la temperatura T_{reg} medida por la al menos una sonda de temperatura,
- 20 caracterizado porque, antes de implementar una nueva operación de tostado de granos de café con el aparato tostador (X) al reproducir las recetas de tostado R_{set} de granos de café, dichas recetas de tostado R_{set} proporcionan al menos un conjunto de puntos ($T_{set@t_i}$; t_i) definido con un aparato tostador maestro específico (M), se ajusta la regulación del circuito de retroalimentación,
- 25 dicha operación de ajuste comprende las etapas de:

- suministrar al menos una de las condiciones C_i de la nueva operación de tostado,
- comparar cada condición C_i suministrada de la nueva operación de tostado con la condición de referencia C_{iRef} correspondiente aplicada originalmente durante la definición del R_{set} de recetas de tostado con dicho aparato tostador maestro específico (M),
- 30 - si se identifica una diferencia entre dicha condición C_i suministrada de la nueva operación de tostado y la condición de referencia C_{iRef} correspondiente, después:
- 35 - basado en dicha diferencia identificada, obtener acceso a una corrección predeterminada K_{ci} correspondiente específica para la naturaleza y la diferencia con C_{iRef} de dicha condición de tostado, y
- aplicar dicha corrección predeterminada correspondiente K_{ci} , directa o indirectamente a al menos una de las temperaturas $T_{set@t_i}$ de las recetas de tostado que se reproducirán mediante el aparato tostador (X).
- 40

El método se relaciona con el tostado de granos de café en un aparato tostador (X) de granos de café para hacerlo consistente en la reproducción de recetas de granos de café que se definieron con un aparato tostador maestro específico (M). Generalmente, las recetas de tostado R_{set} de granos de café definidas con el aparato tostador maestro específico (M) son recetas de tostado R_{Mn} adaptadas al tostado de una cantidad predeterminada M_n de granos del mismo tipo C_n y proporcionar las temperaturas $T_{Mn@t_i}$ que se aplicarán en tiempos discretos sucesivos t_i respectivamente. 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 en condiciones específicas (por ejemplo, la receta de tostado se define, usualmente, a temperatura ambiente y humedad ambiente específicas, con una cantidad de granos específica, los granos presentan un cierto nivel de humedad). Este aparato tostador con el cual el experto ha definido las recetas de tostado se define como el aparato tostador maestro.

El método 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).

El método se aplica en un aparato tostador de granos de café que comprende al menos: una cámara para contener granos de café, un dispositivo térmico, al menos una sonda de temperatura para regular la temperatura suministrada por el dispositivo térmico y un sistema de control.

El método puede aplicarse a cualquier tipo de aparato tostador tal como se describió anteriormente.

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.

El mezclado puede obtenerse con un lecho fluidizado de aire caliente o mecánicamente con paletas agitadoras o

mediante la rotación de un tambor giratorio.

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.

La cámara comprende, usualmente, una salida desde la cual puede evacuarse el humo y las cáscaras producidas durante la operación de tostado.

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.

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.

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.

El aparato comprende al menos una 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. Preferentemente, esta 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 usualmente entre el dispositivo térmico y la cámara.

Para mejorar la precisión de la medida de aire caliente suministrado a la cámara, el aparato puede comprender al menos dos sondas de temperatura. Estas 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.

Opcionalmente, el aparato puede comprender otra 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.

Con menos preferencia, una sonda de temperatura puede ubicarse dentro de la cámara.

El sistema de control del aparato es operable para controlar el dispositivo térmico para reproducir recetas de tostado, dichas recetas de tostado proporcionan al menos un conjunto de puntos ($T@t_i$; t_i) que representa la temperatura que se aplicará en tiempos discretos sucesivos t_i , respectivamente. Este control del dispositivo térmico se basa en la implementación de una regulación del circuito de retroalimentación basada en la temperatura T_{reg} medida por la al menos una sonda de temperatura en un control del circuito de retroalimentación. La regulación del circuito de retroalimentación consiste, usualmente, en una comparación de la temperatura medida T_{reg} con la temperatura T que se aplicará y, después, basada en la comparación, en controlar el dispositivo térmico siguiendo una regla predefinida. Tal regulación del circuito de retroalimentación es muy conocida del estado de la técnica.

Si el aparato comprende más de una 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 la regulación del circuito de retroalimentación.

Antes de tostar los granos de café al reproducir las recetas de tostado de granos de café definidas con un aparato tostador maestro específico (M), se ajusta la regulación del circuito de retroalimentación.

Esta operación de ajuste comprende una primera etapa de suministro de al menos una de las condiciones C_i actuales

de la nueva operación de tostado. Estas condiciones se relacionan con el estado particular en el cual la operación de tostado va a suceder. Dependiendo del aparato tostador, estas condiciones pueden relacionarse al menos con una condición tal como:

- 5 - las condiciones ambiente externas tales como: la temperatura ambiente ($C_{temp.}$), la humedad ambiente ($C_{humedad}$), la presión ($C_{presión}$), la altura ($C_{alt.}$),
- el tipo de aparato tostador usado, definido en particular por sus componentes internos y la unidad de estos componentes. Este tipo puede identificarse mediante una referencia en serie de fabricación (C_{serie}).
- 10 - si el dispositivo térmico es accionado eléctricamente, el tipo de fuente de energía, la frecuencia o el voltaje ($C_{energía}$),
- si el dispositivo térmico es accionado mediante al menos unos quemadores de gas, los parámetros (C_{gas}) de suministro del gas, tal como el tipo de gas usado, la presión de dicho gas usado y/o el flujo de dicho gas usado, las características de los granos de café que se tostarán tales como: la cantidad m de granos de café usados (C_m), el nivel de humedad de los granos de café ($C_{humedad}$), una variación en las características del tipo de granos de café, tal como, por ejemplo, la densidad que puede variar con la estacionalidad ($C_{propiedades\ de\ los\ granos}$),
- 15 - las características del perfil de aroma deseado tales como el nivel de tostado. Esta condición se suministra cuando el operador desea cambiar el perfil de aroma usual proporcionado por el tostado del tipo específico de granos de café al reproducir las recetas de tostado de granos de café definidas con el aparato tostador maestro específico (M). El operador puede querer obtener granos tostados con un perfil de aroma más liviano o más fuerte y se proporciona la capacidad para cambiar esta característica de los granos tostados.
- 20 Al menos una de estas condiciones puede ser suministrada por el operador a través de una interfaz de usuario del aparato tostador que propone todas o algunas de estas condiciones.

Alternativamente, algunas de estas condiciones pueden suministrarse automáticamente al sistema de control.:

- 30 - el tipo de aparato tostador puede almacenarse en la memoria del sistema de control,
- el tipo de fuente de energía puede almacenarse en la memoria del sistema de control,
- las condiciones atmosféricas pueden leerse desde sensores que son parte del o externos al aparato tostador.
- 35 Con respecto a las características de los granos de café que se tostarán, las condiciones pueden relacionarse con las diferencias con las condiciones usadas durante la definición de la receta de tostado de dichos granos con el aparato tostador maestro específico. Usualmente, las recetas de tostado de granos de café definidas con el aparato tostador maestro específico (M) son recetas de tostado RM_n adaptadas al tostado de una cantidad predeterminada M_n de granos del mismo tipo $café_n$ y proporcionan las temperaturas $T_{Mn@ti}$ que se aplicarán en tiempos discretos sucesivos t_i , respectivamente.
- 40

Por consiguiente, si el operador modifica la cantidad de dichos granos en comparación con la cantidad usada en la definición de las recetas de tostado RM_n , después, la operación puede ajustarse.

- 45 Puede obtenerse la cantidad m de cada tipo de granos de café introducidos en la cámara:
- del operador. En ese caso, el aparato puede comprender una interfaz de usuario para permitir al usuario ingresar la cantidad de granos que ella/él está introduciendo dentro de la cámara. Esta cantidad puede ingresarse a través de la interfaz de un dispositivo móvil configurado para comunicarse con el sistema de control del aparato.
- 50
- o
- desde un dispositivo de medición conectado al sistema de control del aparato. En ese caso, la medida de la cantidad m de los granos puede proporcionarse automáticamente al sistema de control del aparato.
- 55

- Además, los granos que se tostarán se someten a varios pretratamientos antes de tostarse. El pretratamiento más simple lleva a los granos verdes y un pretratamiento adicional es el tostado previo parcial de los granos, es decir, granos que se han obtenido al calentar granos de café verde y detener dicho proceso de calentamiento antes del final de la primera grieta. Estos granos parcialmente pretostados pueden pretostarse en diferentes niveles con un impacto directo en su nivel de humedad. Mientras que los granos verdes pueden presentar un nivel de humedad de aproximadamente 10 a 12 % en peso, los granos parcialmente pretostados pueden presentar un nivel de humedad de aproximadamente 3 a 5 % en peso. Estos valores reflejan los niveles de humedad justo después del pretratamiento, es decir, cuando los granos se envasan en recipientes para enviarlos desde la fábrica al operador. Estos valores pueden variar a lo largo de la vida útil de los granos dependiendo de las condiciones de almacenamiento, tales como la tirantez del recipiente, las condiciones ambiente de almacenamiento (en clima templado, frío o cálido). Además,
- 60
- 65

para un tipo de granos café_n , el nivel de humedad usual a la salida de la fábrica puede cambiar temporalmente por varias razones (estacionalidad, proveedor nuevo, pretratamiento nuevo).

5 Esto significa que el nivel de humedad de los granos cambia y que el tostado de los granos de café_n por reproducción de la receta de tostado RM_n de dichos granos de café mediante el aparato tostador X puede no ser consistente con el tostado usual y esperado ya que el nivel de humedad de los granos es mayor o menor que en las condiciones de referencia.

10 El nivel de humedad de los granos antes de iniciar la operación de tostado puede detectarse mediante un dispositivo equipado con un sensor de nivel de humedad antes de que los granos se introduzcan dentro del aparato tostador X.

15 Alternativamente, el nivel de humedad puede predecirse desde el nivel de humedad original de los granos a la salida de la fábrica y las condiciones de almacenamiento adicionales como el período de almacenamiento, el tipo de recipiente de almacenamiento y/o el lugar de almacenamiento.

En una modalidad, la información sobre el nivel de humedad original de los granos y la evolución en el tiempo de dicho nivel puede proporcionarse directa o indirectamente desde el contenedor de granos en sí mismo.

20 De la manera más directa, el recipiente puede presentar información sobre la evolución del nivel de humedad con el tiempo, por ejemplo, proporcionando indicaciones sobre el nivel de humedad por período de edad.

Este nivel puede suministrarse al sistema de control ya sea manual o indirectamente por lectura de código, el código suministra ese fragmento de información.

25 Alternativamente, el nivel puede deducirse desde la referencia de los granos que puede introducirse manualmente o leerse automáticamente, por ejemplo, mediante un lector de código. Esta referencia asociada a la fecha de lectura puede proporcionar indirectamente el nivel de humedad mediante una referencia a una tabla de búsqueda o una regla que une el tipo de granos, el tipo de recipiente y el tiempo de almacenamiento con el nivel de humedad en la fecha de tostado.

30 Además, como se mencionó anteriormente, la fábrica puede producir granos de café_n con otras propiedades diferentes que el nivel de humedad debido al cambio en el suministro de los agricultores, debido a la estacionalidad, debido al cambio en el pretratamiento como el tratamiento de secado, lavado o sin lavado. Aunque los granos producidos están cerca de los originales, aplicar la receta de tostado definida con el aparato tostador maestro puede carecer de consistencia en comparación con los granos tostados finales usuales esperados.

35 Otra condición puede relacionarse con las características del perfil de aroma deseado por el operador. Como se mencionó anteriormente, la receta de tostado es definida por un experto en café que define el perfil de aroma de los granos tostados de acuerdo con su propio sabor o que refleja el aroma de los productos de una compañía específica o como objetivo sensorial. El operador del aparato tostador puede desear adaptar el perfil de aroma. Generalmente, esta característica se refiere al nivel de tostado de los granos que resulta de la receta de temperatura aplicada a los granos.

40 Después, en una etapa adicional de la operación de ajuste, cada una de dichas condiciones suministradas C del tostado se compara con la condición de referencia C-i-ref correspondiente que se ha aplicado durante la definición de las recetas de tostado con el aparato tostador maestro específico (M).

45 Después, si se identifica una diferencia entre una condición C_i suministrada de la nueva operación de tostado y la condición de referencia $C_i\text{Ref}$ correspondiente usada con un aparato tostador maestro específico (M), después, basado en dicha diferencia identificada, el sistema de control se configura para obtener acceso a una corrección predeterminada K_{ci} correspondiente específica para la naturaleza y la diferencia con la $C_i\text{Ref}$ de dicha condición de tostado y dicha diferencia identificada.

50 Por consiguiente, dicha corrección varía de acuerdo con:

- 55 - la naturaleza de la condición diferente y
- el nivel de diferencia con la condición de referencia $C_i\text{Ref}$ correspondiente usada con un aparato tostador maestro específico.

60 Cada corrección se adapta para una condición específica y una diferencia específica.

La K_{ci} de corrección puede almacenarse en una base de datos o una memoria accesible al sistema de control del aparato.

65 Si se identifica una diferencia para varias condiciones C_i de tostado, el sistema de control se configura para obtener

acceso a cada corrección predeterminada K_{ci} específica para cada condición C_i de tostado diferente de la condición de referencia C_{iRef} correspondiente usado con un aparato tostador maestro específico.

5 Usualmente, estas correcciones K_{ci} se predeterminan por experimentación sobre el aparato tostador maestro específico (M) al implementar operaciones de tostado mientras se aplica una diferencia específica con las condiciones de referencia.

10 Finalmente, la corrección predeterminada K_{ci} correspondiente específica para dicha condición de tostado se aplica a la regulación del circuito de retroalimentación.

Preferentemente, esta corrección K_{ci} se aplica directamente a al menos una de las temperaturas $T_{set@ti}$ de las recetas de tostado que se reproducirán mediante el aparato tostador (X).

15 Alternativamente, de una manera llamada "indirecta", esta corrección puede aplicarse a la temperatura T_{reg} medida por la sonda de temperatura (5) del aparato tostador (X).

20 En consecuencia, el método permite la corrección de la temperatura objetivo que se reproducirá en la regulación del circuito de retroalimentación teniendo en cuenta las diferencias específicas con las condiciones usadas durante el establecimiento de los perfiles de tostado con el aparato tostador maestro.

Dependiendo del tipo de corrección, puede ajustarse la regulación del circuito de retroalimentación:

25 - en la instalación, por ejemplo, para la corrección correspondiente al tipo de aparato tostador usado, la fuente de energía eléctrica y/o el perfil de aroma deseado por el operador,

- periódicamente, por ejemplo, para la corrección correspondiente a las condiciones ambiente externas (dependiendo de las estaciones, dependiendo de la actualización del aparato tostador),

30 y/o

- antes de cada operación de tostado, por ejemplo, para la corrección correspondiente a la cantidad de granos, el nivel de humedad de los granos.

35 En una modalidad particular del método de tostado y para condiciones C_i particulares, la regulación del circuito de retroalimentación puede ajustarse antes y durante la nueva operación de tostado de granos de café.

40 De acuerdo con esa modalidad, durante la nueva operación de tostado de granos de café con el aparato tostador (X), se monitorea al menos una de las condiciones C_i de la nueva operación de tostado, preferentemente, las condiciones ambiente externas tales como temperatura y/o presión, y

si dicha al menos una condición C_i monitoreada cambia durante la nueva operación de tostado de granos de café, después, se implementan nuevamente las etapas de la operación de ajuste.

45 En particular, se implementan las siguientes etapas:

- comparar la nueva condición C_i monitoreada cambiada de la nueva operación de tostado con la condición de referencia C_{iRef} correspondiente aplicada originalmente durante la definición de las recetas de tostado R_{set} con dicho aparato tostador maestro específico (M),

50 - si se identifica una diferencia entre dicha condición C_i suministrada de la nueva operación de tostado y la condición de referencia C correspondiente, después:

55 - basado en dicha diferencia identificada, obtener acceso a una corrección predeterminada K_{ci} correspondiente específica para la naturaleza y la diferencia con C_{iRef} de dicha condición de tostado, y

- aplicar dicha corrección K_{ci} t predeterminada correspondiente directa o indirectamente a al menos una de las temperaturas $T_{set@ti}$ de las recetas de tostado que se reproducirán mediante el aparato tostador (X).

60 Esta modalidad particular puede aplicarse para el aparato tostador influenciado por un cambio de la temperatura ambiente, por ejemplo, si el aparato se ubica en una gran habitación o caseta y la temperatura puede cambiar rápidamente cuando una puerta se abre hacia el exterior. Similarmente, si el aparato tostador se coloca en una habitación colocada bajo presión debido al aire acondicionado ambiente, el suministro de oxígeno al gas quemador de gas puede influenciarse directamente mediante el largo de abertura de puerta.

65 Dependiendo del tipo de la afección, la diferencia entre el aparato maestro M y el aparato tostador X, 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 la nueva temperatura que se aplicará y $T_{set@ti}$.

5 De acuerdo con la modalidad preferida, la corrección K_{ci} predeterminada específica para una condición C_i de tostado aplicada a la regulación del circuito de retroalimentación se define mediante un coeficiente a_{ci} , y

- dicha corrección se aplica a las temperaturas T_{set} proporcionadas por las recetas de tostado que se reproducirán, dicha corrección comprende reemplazar T_{set} por $a_{ci} T_{set}$ en la regulación del circuito de retroalimentación,

o

- dicha corrección se aplica a las temperaturas T_{reg} medidas por la al menos una sonda de temperatura, dicha corrección comprende reemplazar T_{reg} por:

$$\frac{T_{reg}}{a_{ci}}$$

en la regulación del circuito de retroalimentación, en donde a_{ci} es un factor predeterminado específicamente predeterminado para dicha condición C y la diferencia identificada, o es igual a 1 por defecto.

El valor por defecto puede usarse si el sistema de control no puede obtener acceso a una corrección predeterminada correspondiente, por ejemplo, ya que la corrección se relaciona con un nuevo tipo de granos, ya que la diferencia con la condición de referencia está fuera de las condiciones programadas, ya que el operador decide desactivar la operación de ajuste al menos para una condición (la interfaz de usuario del aparato tostador puede proporcionarse con una página de configuraciones accesible al operador y que permite que el operador configure la lista de correcciones por defecto o no) o ya que al menos una de las condiciones no puede suministrarse (sensor roto, condición no disponible, código no legible en un envase (código dañado o lector de códigos que no opera).

En un modo, el valor predeterminado puede aplicarse cada vez que no existe diferencia con las condiciones de referencia si el sistema de control se configura para verificar cada condición ya sea diferente o no de las condiciones de referencia.

Con esa modalidad preferida, la operación de ajuste puede comprender las etapas de:

- suministrar varias condiciones C_i específicas de tostado,

- comparar cada una de las condiciones C_i específicas de tostado con la condición de referencia correspondiente usada durante la definición de las recetas de tostado definidas con dicho aparato tostador maestro específico (M),

- si es para más de una de las condiciones C_i específicas de tostado, identificar una diferencia entre la condición específica de tostado y la condición de referencia correspondiente, después:

- basado en cada una de las diferencias identificadas, obtener acceso a las correcciones predeterminadas K_{ci} correspondientes específicas para las condiciones C_i de tostado,

- basado en la selección de dichas correcciones predeterminadas K_{ci} correspondientes, aplicar la corrección K a la regulación del circuito de retroalimentación, dicha corrección K se define mediante el coeficiente A en donde $A = \prod_i a_{Ci}$.

Con esa modalidad preferida, los granos de café pueden ser una mezcla de al menos dos granos de café diferentes (café A, café B, ..., café N) introducida dentro de la cámara, y

el sistema de control puede configurarse para obtener para cada tipo de granos de café n comprendido en dicha mezcla al menos el tipo café n de dichos granos de café y la cantidad m_n de dicho tipo de café n introducido en la cámara, y

si para al menos un tipo de dicho café n parte de la mezcla, se identifica al menos una diferencia entre la condición específica $C_{café i}$ de tostado relacionada con una característica de dicho café n y la condición de referencia $C_{café i ref}$ correspondiente de tostado relacionada con dicha característica de dicho café n

después, puede calcularse un coeficiente global $a_{C_{café i} \text{ mezcla}}$ para la corrección K_c de café i específica para la condición C de café i de tostado para la mezcla, dicho coeficiente global se calcula de la siguiente manera:

$$a_{C \text{ café i mezcla}} = \sum_{n=A}^N f_n \cdot a_{C \text{ café i n}}$$

en donde n corresponde a todos los tipos de granos de café C_A a C_N presentes en la mezcla y f_n representa la fracción en peso de los granos de café de tipo C_n en la mezcla de granos de café.

Esta situación corresponde al caso donde la receta para mezclas específicas de cafés diferentes puede tostarse. Las mezclas se definen por los tipos de cafés y las cantidades de dichos cafés presentes en la mezcla. La receta de tostado de dichas mezclas se define con el aparato tostador maestro. Si estas mezclas no se venden como tales pero son preparadas por el operador justo antes de la operación de tostado al medir manualmente las cantidades de cada tipo de granos de acuerdo con la receta predefinida de la mezcla, las características de al menos algo de la parte de granos de la mezcla pueden ser diferentes de esas características durante la definición de la receta de tostado con el aparato tostador maestro. Por ejemplo, uno o más granos pueden presentar un nivel de humedad que es diferente debido a su vida útil o condiciones de almacenamiento específicas. En ese caso, debe aplicarse una corrección específica para el nivel de humedad en la corrección. Debido al hecho de que los granos representan una fracción específica de los granos, una corrección global específica para el nivel de humedad se calcula para la mezcla y esta corrección global específica para el nivel de humedad se aplica, después, a la regulación del circuito de retroalimentación, ya sea sola si es solo una condición diferente, o con la otra corrección si ocurren otras condiciones diferentes.

En un modo particular de la modalidad preferida anteriormente, la corrección K_{ci} predeterminada específica para una condición C_i de tostado aplicada a la regulación del circuito de retroalimentación puede definirse mediante un coeficiente b_{ci} adicional, y

- dicha corrección puede aplicarse a las temperaturas T_{set} proporcionadas por las recetas de tostado que se reproducirán, dicha corrección comprende reemplazar T_{set} por $a_{ci} T_{set} + b_{ci}$ en la regulación del circuito de retroalimentación,

o

- dicha corrección puede aplicarse a las temperaturas T_{reg} medidas por la al menos una sonda de temperatura, dicha corrección comprende reemplazar T_{reg} por $\frac{1}{a_{ci}} (T_{reg} - b_{ci})$ en la regulación del circuito de retroalimentación,

en donde b_{ci} es una desviación predeterminada específicamente predeterminada para dicha condición C_i y la diferencia identificada o es igual a 0 por defecto.

Con el modo particular anterior, la operación de ajuste puede comprender las etapas de:

- suministrar varias condiciones C_i específicas de tostado,

- comparar cada una de las condiciones C_i específicas de tostado con la condición de referencia correspondiente usada durante la definición de las recetas de tostado definidas con dicho aparato tostador maestro específico (M),

- si es para más de una de las condiciones C_i específicas de tostado, identificar una diferencia entre la condición específica de tostado y la condición de referencia correspondiente, después:

- basado en cada una de las diferencias identificadas, se obtiene acceso a las correcciones predeterminadas K_{ci} correspondientes específicas para las condiciones C_i y dicha diferencia identificada de tostado,

- basado en dichas correcciones predeterminadas K_{ci} correspondientes, se aplica la corrección K a la regulación del circuito de retroalimentación, dicha corrección K se define mediante el par de valores (A, B), en donde:

$$A = \prod_i a_{ci}$$

y

$$B = \sum_i b_{ci}.$$

Con la modalidad preferida, en los coeficientes a_{ci} y, opcionalmente, b_{ci} , que definen una corrección K_{ci} , al menos uno del coeficiente puede variar con el tiempo durante la reproducción de las recetas de tostado. En particular, estos valores pueden ser constantes a lo largo de intervalos de tiempo diferentes.

Similarmemente, en esta modalidad preferida, en los coeficientes a_{ci} y, opcionalmente, b_{ci} , que definen una corrección

K_{ci}, al menos uno de los coeficientes puede variar con el tiempo durante la reproducción de las recetas de tostado.

Como se mencionó anteriormente, pueden implementarse otros tipos de corrección, tales como una función polinómica de segundo grado: en ese caso, la corrección predeterminada K_{ci} específica para una condición C_i de la nueva operación de tostado se define mediante el coeficiente D_{ci}, A_{ci} y B_{ci} y

- dichos coeficientes se aplican directamente a las temperaturas T_{set} proporcionadas por las recetas de tostado definidas con el aparato tostador maestro específico (M) y que se reproducirán, dicha corrección comprende reemplazar T_{set} por $D_{ci}T_{set}^2 + A_{ci}T_{set} + B_{ci}$ en la regulación del circuito de retroalimentación,

en donde D_{ci} es un factor predeterminado específicamente predeterminado para dicha condición C_i y la diferencia identificada, o es igual a 0 por defecto,

en donde A_{ci} es un factor predeterminado específicamente predeterminado para dicha condición C_i y la diferencia identificada, o es igual a 1 por defecto,

en donde B_{ci} es un factor predeterminado específicamente predeterminado para dicha condición C_i y la diferencia identificada, o es igual a 0 por defecto,

Preferentemente, en el aparato tostador, la al menos una sonda de temperatura se ubica fuera de la cámara y cada corrección predeterminada específica para una condición de tostado y una diferencia identificada se predetermina al:

a0 - aplicar la diferencia de condición específica para el aparato tostador maestro M sin modificar las otras condiciones de referencia,

a - introducir al menos una sonda de temperatura temporal dentro de la cámara del aparato tostador maestro M,

b - controlar el dispositivo térmico para reproducir una curva Rset predeterminada, dicha curva predeterminada proporciona una serie de puntos (Tset@t_i; t_i) que representan la temperatura Tset@t₁, Tset@t₂, ... Tset@t_{final} que se aplicará en tiempos sucesivos correspondientes predeterminados t₁, t₂, ..., t_{final} respectivamente, dicho control se basa en la temperatura Treg medida por la sonda de temperatura,

c - durante la reproducción de la curva Rset predeterminada, medir la temperatura Tcal en función del tiempo dentro de la cámara en la sonda de temperatura temporal (3) que permite la determinación de al menos un 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 dicho mismo tiempo t_i de una curva de referencia R_{ref} predeterminada obtenida con el aparato tostador maestro (M), dicha curva de referencia R_{ref} representa la temperatura Tref medida en la cámara del aparato maestro (M) específico en las condiciones de referencia mientras que controla el dispositivo térmico del aparato maestro para reproducir dicha curva Rset predeterminada, basado en la comparación, determinar la corrección específica para dicha condición de tostado y dicha diferencia.

En una modalidad particular, el dispositivo térmico puede comprender un impulsor de flujo de aire y el sistema de control puede ser operable para controlar dicho impulsor de flujo de aire y puede configurarse para aplicar una receta de tostado (RFlow-set) que proporciona puntos de ajuste (F@t_i; t_i) de un flujo de aire F@t₁, F@t₂, ... que se aplicará en tiempos discretos sucesivos t₁, t₂, ..., respectivamente, y la operación de ajuste puede comprender las etapas de:

si se identifica una diferencia entre dicha condición C_i suministrada de la nueva operación de tostado y la condición de referencia C_{iRef} correspondiente, después:

- basado en dicha diferencia identificada, obtener acceso a una corrección predeterminada KFlow C_i correspondiente específica para la naturaleza y la diferencia con C_{iRef} de dicha condición de tostado, y

- aplicar dicha corrección predeterminada KFlow C_i t correspondiente directa o indirectamente a al menos una de las temperaturas F_{set}@t_i de las recetas de tostado que se reproducirán mediante el aparato tostador (X)

En esta modalidad, el principio general descrito anteriormente para una receta de tostado basada en la temperatura a lo largo del tiempo se aplica de una manera similar a una receta de tostado basada en el flujo a lo largo del tiempo.

El principio puede aplicarse a la receta de tostado basada en la temperatura a lo largo del tiempo y/o en la receta basada en el flujo a lo largo del tiempo.

En un segundo aspecto, se proporciona un aparato tostador que comprende:

- una cámara para contener granos de café,

- un dispositivo térmico configurado para suministrar aire caliente a la cámara,
- al menos una sonda de temperatura para medir la temperatura del aire suministrada por el dispositivo térmico, preferentemente dicha al menos una sonda de temperatura se ubica fuera de la cámara,
- un sistema de control configurado para controlar el dispositivo térmico y configurado para reproducir recetas de tostado, dichas recetas de tostado proporcionan al menos 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 implementa una regulación del circuito de retroalimentación basada en la temperatura T_{reg} medida por la al menos una sonda de temperatura,

en donde el sistema de control es operable para implementar el método tal como se describió anteriormente.

En la presente descripción, los términos curva, perfil o receta pueden usarse igualmente y definir al menos un conjunto de puntos discretos ($T_{@t_i}$; t_i) que representa la temperatura $T_{@t_i}$ que se aplicará en tiempos discretos sucesivos t_i .

Los aspectos anteriores de la invención pueden combinarse en cualquier combinación adecuada. Además, varias características en la presente descripción pueden combinarse con uno o más de los aspectos anteriores para proporcionar combinaciones distintas a las ilustradas y descritas específicamente. Otros objetos y características ventajosas de la invención resultarán evidentes a partir de las reivindicaciones, la descripción detallada y las figuras anexas.

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 en donde puede implementarse el método de la presente invención,
- la Figura 2A muestra un diagrama en bloque de un sistema de control del aparato de acuerdo con la Figura 1,
- la Figura 2B ilustra el circuito de retroalimentación de la regulación de temperatura,
- la Figura 3 ilustra la implementación del método en un aparato de acuerdo con la Figura 1,
- las Figuras 4A a 4D ilustran una manera para predeterminar la corrección K_c correspondiente al tipo de aparato tostador,
- la Figura 5 ilustra una manera para predeterminar la corrección K_c correspondiente a la temperatura ambiente.

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:

- 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.

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.

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.

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 base 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.

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.

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.

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.

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.

El aparato tostador comprende al menos una sonda de temperatura 5 para regular la temperatura del aire suministrada por el dispositivo térmico 2. En el modo ilustrado, esta 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.

En un modo alternativo menos preferido, al menos una sonda de temperatura 51, 52 para regular la temperatura del aire suministrada por el dispositivo térmico 2 puede ubicarse corriente abajo de la cámara. Estas sondas pueden ensuciarse mediante el humo durante la operación de tostado.

En otro modo alternativo menos preferido, el aparato puede comprender varias sondas de temperatura 5, 51, 52 para regular la temperatura del aire suministrada por el dispositivo térmico 2. El promedio o un promedio ponderado 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.

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.

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, 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.

- 5 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
- 10 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.

- 15 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.

- 20 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.

- 25 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.

- 30 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.

- 35 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.
- 40

- 45 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.

- 50 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.
- 55

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

- 60 El sistema de control 80 es operable 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), usualmente usando una señal de la sonda de temperatura 5.

- 65 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.

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

Con ese objetivo, la unidad de procesamiento 8 es operable para:

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

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 receta de tostado a los granos, por ejemplo, como se ilustra en la Figura 2B.

20 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 $T_{set@t_i}$ de la curva de tostado que se reproducirá. Dependiendo de la diferencia, el dispositivo térmico 2 se opera para compensar la diferencia.

25 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.

30 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.

Además, el sistema de control puede configurarse para controlar el motor del impulsor de aire para aplicar una receta de tostado R_{flujo} que proporciona los puntos de ajuste ($F_{@t_i}$; t_i) de flujo de aire $F_{@t_1}$, $F_{@t_2}$, ... que se aplicará en tiempos discretos sucesivos t_1 , t_2 , ..., respectivamente,

40 Dependiendo del tipo de aparato tostador y del impulsor de aire que comprende, el flujo de aire puede controlarse a través de la velocidad del ventilador cuando el impulsor de aire comprende un ventilador con velocidad ajustable. Alternativamente, la velocidad del ventilador puede fijarse y el flujo de aire puede controlarse con un diafragma o cualquier medio para controlar el tamaño de aire en un conducto.

45 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.

50 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.

55 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.

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 62 puede almacenarse localmente en la memoria 63 del sistema de control del aparato tostador o remotamente en un servidor accesible a través de la interfaz de comunicación 63.

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.

Las recetas de tostado predefinidas (RM_A , RM_B ...) adaptadas al tostado de tipos específicos C_n 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 un resultado, para definir la receta de tostado que proporciona un conjunto de puntos ($T_{set@t_i}$, t_i) que representa la temperatura $T_{set@t_1}$, $T_{set@t_2}$, ... que se aplicará en tiempos sucesivos correspondientes predefinidos t_1 , t_2 , ... respectivamente.

Usualmente, el tipo C_n de los granos se relaciona con al menos una característica de los granos que tiene el impacto directo en el proceso de tostado de los granos.

El tipo de granos de café puede relacionarse con características específicas tales como:

- el origen de los granos y/o la variedad botánica de los granos (Arábica, robusta, ...) o una combinación o mezcla particular preexistente de diferentes granos; la combinación o mezcla preexistente puede definirse mediante la selección de diferentes granos específicos y/o mediante la relación de estos diferentes granos específicos.

- el nivel de pretostado de los granos. Los granos de café a tostar pueden ser granos verdes o pueden ser granos parcialmente pretostados, es decir, granos que se han obtenido al calentar granos de café verde y detener dicho proceso de calentamiento antes del final de la primera grieta. Estos granos parcialmente pretostados pueden pretostarse a diferentes niveles con un impacto directo en el tostado final posterior operado en el aparato tostador.

- la humedad de los granos,

- el tamaño de los granos.

Los tipos de granos pueden referirse explícitamente a la naturaleza de los granos como el origen, la variedad botánica, la mezcla, el nivel de pretostado, ... y/o pueden ser una referencia como un número de identificación, un número SKU o una marca comercial.

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.

Se identificaron varias razones:

- uno es tostado en diferentes condiciones ambiente externas. El mismo tostador puede usarse en diferentes países en los que las condiciones ambiente pueden ser muy diferentes o en algunos países donde las condiciones ambiente son muy diferentes de una temporada a otra. La temperatura externa puede variar entre menos de 10 °C hasta 40 °C, la humedad puede variar entre 30 y 90 %. Esta temperatura influye directamente en la temperatura de las paredes externas de la cámara, se requerirá más o menos calor en comparación con un aparato tostador que opera a 25 °C debido a los intercambios de calor del dispositivo de tostado con aire ambiente. Por consiguiente, dependiendo de la temperatura ambiente en la que se usó el aparato tostador maestro M durante la definición del perfil de tostado, es necesario un ajuste del calor para garantizar que los granos de café se sometan al mismo perfil de tostado dentro de la cámara y que se obtengan consistentemente los mismos granos tostados finales.

- otra razón se relaciona con el propio aparato tostador. De hecho, las pequeñas diferencias usualmente aparecen entre los aparatos 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 (en particular, la sonda de temperatura). 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.

El tamaño de la cámara de tostado, o tamaño de lote, puede crear diferencias también.

- otra razón se vincula al aparato tostador alimentado por una fuente eléctrica. Dependiendo del país donde opera el aparato tostador, se conecta a una fuente eléctrica local, que varía alrededor del mundo y que puede ser diferente de la fuente eléctrica aplicada al aparato tostador maestro. La frecuencia de esta fuente eléctrica puede afectar algunos componentes del aparato en la manera que ellos suministren calor a la cámara de tostado, en particular un ventilador usado como un impulsor de aire, que puede suministrar más o menos aire de lo esperado durante la reproducción de un perfil de tostado.

En consecuencia, puede tomarse en cuenta una condición relacionada con el país de uso del aparato tostador.

- otra razón se vincula al aparato tostador alimentado por al menos un quemador de gas. Dependiendo de la manera en que se suministra el gas (botella de gas o línea de suministro de gas), el aparato tostador puede suministrarse con diferentes tipos de gas, suministrados a diferentes presiones y/o flujos. Además, la presión y los flujos pueden variar a lo largo del tiempo, particularmente si el gas se dispensa desde una botella de gas.

- otra razón se relaciona con la cantidad de granos de café presentes en la cámara durante la operación de tostado. La diferencia con la cantidad usada durante la operación de definición del perfil de tostado con el aparato tostador maestro afecta el calor absorbido por cada grano durante la operación de tostado si se usa el mismo perfil de tostado. Además, el hecho de llenar más o menos la cámara 1 afecta el movimiento de los granos y el aire caliente que afecta el tostado también.

- otra razón se relaciona con la humedad de los granos de café en el momento que se introducen en la cámara durante la operación de tostado. Como se mencionó anteriormente, un experto define perfiles de tostado con el aparato tostador maestro, cada perfil de tostado se determina para un tipo Cn específico de granos, para el que puede tomarse en cuenta el nivel de humedad en el momento de la definición del perfil de tostado. Esta propiedad de humedad puede ser particularmente importante ya para granos verdes o para granos que están parcialmente pretostados. Dependiendo del tiempo pasado dado que los granos se pretostaron parcialmente y las condiciones de almacenamiento de los granos, los granos pueden absorber la humedad ambiente o perder humedad y su nivel de humedad puede ser diferente. El porcentaje de agua de los granos puede variar de 2 a 3 % en peso. El impacto puede ser enorme en los granos pretostados que presentan, usualmente, un nivel de humedad comprendido entre 3 y 5 % en peso después del pretostado y cuando se establece su perfil de tostado con el aparato tostador maestro.

La diferencia del nivel de humedad tiene un impacto directo en el calentamiento de los granos durante el tostado y la aplicación del perfil de tostado definido con el aparato tostador maestro con granos a un cierto nivel de humedad a los granos que presentan un nivel diferente de humedad no llevarán a los granos tostados finales consistentes esperados.

Para resolver estos problemas, se ha desarrollado un método para permitir la corrección del circuito de regulación de temperatura del aparato tostador de manera que dicho aparato pueda reproducir consistentemente las recetas de tostado definidas con el aparato tostador maestro específico.

La Figura 3 ilustra la implementación del método mediante el sistema de control 80 de un aparato de acuerdo con la Figura 1.

El sistema de control se configura para tostar granos de café al reproducir una receta de tostado de granos de café específica para estos granos de café y es definido por las temperaturas Tset@ti que se aplicarán en diferentes tiempos ti. Esta receta de tostado se definió con un aparato tostador maestro específico M usado en condiciones específicas llamadas "Condiciones de referencia" y es accesible por el sistema de control del aparato tostador para la reproducción.

Antes de iniciar la operación de tostado, el sistema de control se configura para obtener al menos una de las condiciones actuales Ci de tostado tal como:

- la serie de fabricación del aparato tostador X

- la temperatura ambiente, que es la temperatura alrededor del aparato,

- la humedad ambiente, que es la humedad alrededor del aparato,
- la cantidad de granos introducida dentro del recipiente,
- 5 - el tipo de fuente de alimentación eléctrica al que se conecta el aparato
- el nivel de humedad de los granos introducidos dentro de la cámara.

10 Algunas de estas condiciones pueden suministrarse una vez al sistema de control 80 y almacenarse en la memoria 63, en particular las condiciones que no cambian de un tostado a otro. Estas condiciones pueden suministrarse en la etapa de fabricación del aparato tostador o en la etapa de instalación del aparato tostador en lugar de tostado (taller o restaurante). Este tipo de condiciones son por ejemplo: la serie de fabricación del aparato tostador X, el tipo de fuente de energía eléctrica u otras condiciones estables como la altitud.

15 Estas condiciones pueden modificarse, si es necesario, por ejemplo, después del mantenimiento del aparato tostador y modificación de los componentes internos o después de mover el aparato a otro lugar. Las nuevas condiciones pueden modificarse manualmente o actualizarse de manera extraíble a través de una conexión remota, por ejemplo, durante una actualización del sistema de control.

20 Otras condiciones pueden suministrarse periódicamente al sistema de control 80 y almacenarse en la memoria 63, tales como las condiciones que cambian con las estaciones como la temperatura ambiente y la humedad ambiente. Estas condiciones pueden relacionarse con la fecha de la operación de tostado.

25 Otras condiciones pueden suministrarse al sistema de control 80 en cada operación de tostado, tal como la temperatura ambiente, la humedad ambiente, la cantidad y el nivel de humedad de los granos introducidos en la cámara.

30 Estas condiciones pueden suministrarse manualmente a través de la interfaz de usuario 6 o automáticamente dependiendo del aparato tostador. El aparato puede comprender sensores para medir la temperatura ambiente y la humedad ambiente e ingresar esas condiciones al sistema de control. Estos sensores pueden ubicarse remotamente desde el aparato y proporcionar esas condiciones a través de la conexión remota. El aparato tostador puede conectarse con una estación de clima, por ejemplo.

35 La cantidad de granos puede proporcionarse a través de una escala conectada como se mencionó anteriormente.

40 El nivel de humedad de los granos puede proporcionarse a través de un sensor ya sea directamente si el sensor es parte del aparato tostador o se conecta al sistema de control del aparato tostador o indirectamente si el operador lee e ingresa el nivel de lectura de un dispositivo separado configurado para medir el nivel de humedad de los granos de café. El nivel de humedad también puede predecirse empíricamente basado en el tiempo transcurrido desde el pretratamiento de los granos. Por ejemplo, la absorción de humedad puede calcularse desde las variaciones semanales típicas basadas en medidas experimentales hechas en laboratorios. Al introducir la fecha de pretratamiento de los granos, por ejemplo, la lectura del recipiente de granos, el sistema de control puede configurarse para calcular el nivel de humedad actual de los granos. Alternativamente, un rastreador en el envase de granos puede configurarse para proporcionar este fragmento de información, que se hace accesible para el operador. En particular, puede tomarse en cuenta el lugar de producción de los granos (la fábrica).

50 Después, el sistema de control se configura para comparar cada una de dichas condiciones C_i suministradas del tostado con las condiciones de referencia C_{iRef} correspondientes aplicadas durante la definición de las recetas de tostado con dicho aparato tostador maestro (M).

55 Estas condiciones de referencia C_{iRef} pueden almacenarse en la memoria del sistema de control o almacenarse en un servidor accesible a través de una conexión remota o puede ser parte del código del envase. Pueden almacenarse diferentes condiciones en diferentes lugares.

60 Después, si se identifica una diferencia entre una de las condiciones de tostado y la condición de referencia, después, basado en dicha diferencia identificada, el sistema de control se configura para obtener acceso a una corrección predeterminada K_{ci} correspondiente específica para dicha condición de tostado y dicha diferencia identificada.

65 La corrección K_{ci} se predetermina para una condición específica (temperatura ambiente, por ejemplo) y para una diferencia específica o un rango específico de diferencia Δ entre la condición C_i actual y la condición de referencia C_{iRef} (una diferencia de temperatura +5 °C, por ejemplo).

Las correcciones predeterminadas K_c pueden almacenarse bajo la forma de tablas de búsqueda que proporcionan K_c en función del tipo de condición y la diferencia con la condición de referencia.

Por ejemplo, una tabla de búsqueda para correcciones predeterminadas específicas para temperaturas ambiente

puede ilustrarse de la siguiente manera en vista de una temperatura ambiente de referencia implementada a 20 °C:

- la corrección $a_{\text{Temperatura}}$ puede ser un valor fijo específico para un rango de temperatura:

5

Temp. amb. (°C)	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40
Corrección $a_{\text{Temperatura}}$	1,03	1,01	1	1	1	0,99	0,99

- o la corrección $a_{\text{Temperatura}}$ puede definirse para variar con el tiempo durante la reproducción de una receta de tostado, en particular los coeficientes pueden ser diferentes a lo largo de intervalos de tiempo diferentes, como se mencionó a continuación:

10

Temp. amb. (°C)	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40
Corrección $a_{\text{Temperatura}}$	1,03	1,01	. 1,01 para $t < 3'$. 1 para $t > 3'$	1	. 1 para $t < 3'$. 0,99 para $t > 3'$	0,99	0,99

15 - o la corrección $a_{\text{Temperatura}}$ puede definirse para variar con la temperatura durante la reproducción de una receta de tostado, en particular los coeficientes pueden ser diferentes sobre intervalos de temperatura diferentes, como se mencionó a continuación:

Temp. amb. (°C)	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40
Corrección $a_{\text{Temperatura}}$	1,03	1,01	. 1,01 para $T < 100\text{ °C}$. 1 para $T > 100\text{ °C}$	1	. 1 para $T < 100\text{ °C}$. 0,99 para $T > 100\text{ °C}$	0,99	0,99

20 Después, el sistema de control se configura para aplicar dicha corrección predeterminada K_{ci} correspondiente accesible a la regulación del circuito de retroalimentación.

Si el sistema de control obtiene acceso a varias correcciones predeterminadas K_{ci} ya que se identifican varias diferencias entre las condiciones de tostado y las condiciones de referencia correspondientes, después, dichas varias correcciones se aplican a la regulación del circuito de retroalimentación

25

La(s) corrección(es) puede(n) aplicarse a la temperatura T_{reg} medida por la sonda de temperatura 5 o a las temperaturas $T_{set@ti}$ proporcionadas por las recetas de tostado que se reproducirán. La corrección proporcionada al sistema de control puede adaptarse dependiendo de si se aplica a T_{reg} o $T_{set@ti}$ como se detalla más abajo.

30

La corrección K_{ci} para una condición específica y la diferencia pueden ser predeterminadas por expertos en café basados en su conocimiento en la adaptación de los perfiles de tostado dependiendo de diferentes condiciones. Por ejemplo:

35 - el tostado en el entorno ambiental frío puede compensarse al aplicar más calor a la cámara debido a la pérdida de calor a través de las paredes de la cámara. Puede aplicarse una corrección del circuito de retroalimentación al aplicar una corrección con un coeficiente $a_{\text{temperatura}}$ mayor que 1. El valor puede depender del tamaño de la cámara y del material de las paredes.

40 - el tostado de granos de café que presentan un nivel de humedad mayor que el esperado puede compensarse al aplicar más calor a la cámara. Una corrección del circuito de retroalimentación al aplicar una corrección con un coeficiente: $a_{\text{humedad de granos}}(t)$, que varía con el tiempo durante la reproducción del perfil de tostado, por ejemplo, en donde $a_{\text{humedad de granos}}(t)$ es mayor que 1 durante un primer período del perfil de tostado y, después, igual a 1 durante el resto del tiempo del perfil de tostado.

45

Alternativamente, cada corrección K_{ci} para una condición y diferencia específica puede predeterminarse al operar el aparato tostador maestro en un estado donde esta condición específica difiere por esta diferencia específica de la condición de referencia Ci_{Ref} , establecer el impacto en el tostado de los granos de café y deducir la corrección correspondiente que se aplicará en el circuito de regulación de control para compensar este impacto.

50

Si no se identifica ninguna diferencia entre las condiciones, el sistema de control reproduce las recetas de tostado R_{set} definidas con un aparato tostador maestro específico (M).

Las Figuras 4A a 4D ilustran una manera para predeterminar la corrección K_c correspondiente al uso de un aparato

tostador X parte de una nueva serie de fabricación de aparatos tostadores. Los aparatos son similares al aparato maestro, pero se han usado nuevos tipos de componentes internos.

Estos aparatos comprenden una sonda de temperatura 5 ubicada fuera de la cámara 1, lo que significa que estos tipos de aparatos son particularmente sensibles a las variaciones en la manera en que se suministra el aire caliente a la cámara o a condiciones ambiente (temperatura, humedad) en comparación con aparatos donde la sonda de temperatura 5 se ubica dentro de la cámara y están en contacto con los granos.

Para nuevos aparatos fabricados, puede predeterminarse una corrección K_{ci} específica para la serie al introducir una sonda de temperatura temporal 3 en la cámara 1 de manera que se proporciona la medida de la temperatura dentro de la cámara T_{cal} .

Antes del proceso para predeterminar la corrección para el aparato X, en una etapa preliminar, una curva de calibración predeterminada R_{ref} se establece con el aparato tostador maestro M como se ilustra en la Figura 4A.

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 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 4C por la curva T_{ref} , correspondiente a la curva de calibración predeterminada R_{ref} .

De la misma manera, durante el proceso de predeterminar la corrección del aparato X ilustrado en la Figura 4B, el dispositivo térmico 2 del sistema del aparato tostador X 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 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 5C por la curva T_{cal} . En el proceso de predeterminar la corrección 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 4C 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 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 4C 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.

La corrección del aparato tostador X puede predeterminarse basada en la comparación entre T_{cal} y T_{ref} .

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} , la corrección predeterminada 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 sonda de temperatura 5 o a las temperaturas $T_{@t_i}$ proporcionadas por las recetas de tostado que se reproducirán.

En el caso de los tostadores M y X ilustrados en las Figuras 5A y 5B, 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 3, puede definirse un factor de corrección a través de

la relación K en el tiempo t_{final} :

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

5 Como se ilustra en la Figura 4D, esta relación puede usarse como un factor de multiplicación simple de la temperatura $T_{@ti}$ proporcionada por las recetas de tostado que se reproducirán antes de compararse con Treg en la regulación del circuito de retroalimentación.

10 En otra modalidad de la invención, lo contrario de la relación anterior, que es $1/K$, puede usarse como factor de multiplicación de la temperatura Treg 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.

15 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 Tref obtenida en el aparato maestro.

20 La Figura 5 ilustra una manera para predeterminar una corrección Kc correspondiente a una diferencia de temperatura ambiente con el mismo aparato tostador X. El proceso implementado en las Figuras 4A a 4C se reproduce excepto que en la Figura 4B, es el aparato tostador maestro M el que se opera con una temperatura ambiente de 10 °C, mientras que en la Figura 4A la curva de referencia se estableció a una temperatura ambiente de 25 °C. Durante la operación ilustrada en la Figura 4B, todas las otras condiciones son idénticas a las condiciones de referencia implementadas en la operación de la Figura 4A. Basada en la comparación entre Tcal y Tref, se predetermina una corrección K específica para una diferencia de -15 °C con la temperatura ambiente de referencia. Esta corrección se almacena en una memoria o base de datos y es accesible para el sistema de control del aparato tostador X.

25 Cuando este aparato se opera para tostar los granos dentro de una temperatura ambiente de 10 °C, la corrección predeterminada accesible se aplica a la regulación del circuito de retroalimentación.

30 Además, la corrección predeterminada accesible en relación con la serie de fabricación se aplica a la regulación del circuito de retroalimentación también.

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.

35 Pueden realizarse variaciones y modificaciones sin apartarse del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones. Además, cuando existan equivalentes conocidos a características específicas, tales equivalentes se incorporan como si se refirieran específicamente en esta especificación.

40 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".

aparato tostador	10
cámara de tostado	1
abertura inferior	11
abertura superior	12
dispositivo térmico	2
impulsor de flujo de aire	21
calentador	22
pasaje	23
sonda de temperatura temporal	3
alojamiento	4
orificio de salida de aire 41	
entrada de aire	42
parte de alojamiento vertical	43
sonda de temperatura	5, 51, 52
interfaz de usuario	6
lector de códigos	7
unidad de procesamiento	8
sistema de control	80
fuelle de alimentación	9
sensor	19
interfaz de comunicación	61
base de datos	62
unidad de memoria	63

REIVINDICACIONES

1. Método para tostar granos de café con un aparato tostador (X), el aparato tostador (X) comprende:

- 5 - una cámara (1) para contener granos de café,
- un dispositivo térmico (2) configurado para suministrar aire caliente a la cámara,
- 10 - al menos una sonda de temperatura (5) para medir la temperatura del aire suministrada por el dispositivo térmico,
- un sistema de control (80) configurado para controlar el dispositivo térmico (2) y configurado para reproducir recetas de tostado, las recetas de tostado representan la temperatura que se aplicará en tiempos discretos sucesivos t_i , respectivamente, el control del dispositivo térmico (2) implementa una regulación del circuito de retroalimentación basada en la temperatura T_{reg} medida por la al menos una sonda de temperatura (5),
- 15 caracterizado por que, antes de implementar una nueva operación de tostado de granos de café con el aparato tostador (X) al reproducir las recetas de tostado R_{set} de granos de café, las recetas de tostado R_{set} proporcionan al menos un conjunto de puntos ($T_{set@t_i}$; t_i) definido con un aparato tostador maestro específico (M), se ajusta la regulación del circuito de retroalimentación en el aparato tostador (X),
- 20 la operación de ajuste comprende las etapas de:
 - suministrar al menos una de las condiciones C_i de la nueva operación de tostado en el aparato tostador (X),
 - 25 - comparar cada condición C_i suministrada de la nueva operación de tostado con la condición de referencia C_{i-ref} correspondiente aplicada originalmente durante la definición de las recetas de tostado R_{set} con el aparato tostador maestro específico (M),
 - 30 - si se identifica una diferencia entre la condición C_i suministrada de la nueva operación de tostado en el aparato tostador (X) y la condición de referencia C_{iRef} correspondiente en el aparato tostador maestro (M), después:
 - basado en la diferencia identificada, obtener acceso a una corrección predeterminada K_{ci} correspondiente específica para la naturaleza y la diferencia con C_{iRef} de dicha condición de tostado, y
 - 35 - aplicar la corrección predeterminada K_{ci} correspondiente directa o indirectamente a al menos una de las temperaturas $T_{set@t_i}$ de las recetas de tostado que se reproducirán mediante el aparato tostador (X).

2. Método para tostar granos de café de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado por que la al menos una sonda de temperatura (5) se ubica fuera de la cámara (1).

3. M método para tostar granos de café de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que las recetas de tostado R_{set} de granos de café definidas con el aparato tostador maestro específico (M) son recetas de tostado RM_n adaptadas al tostado de una cantidad predeterminada M_n de granos del mismo tipo C_n y proporcionan las temperaturas $TM_n@t_i$ que se aplicarán en tiempos discretos sucesivos t_i respectivamente.

4. Método para tostar granos de café de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos una de las condiciones C_i de tostado se relaciona al menos con una de las siguientes características:

- 50 - las condiciones ambiente externas tales como: la temperatura ambiente, la humedad ambiente, la presión, la altura,
- el tipo de aparato tostador usado,
- 55 - si el dispositivo térmico es accionado eléctricamente, el tipo de fuente de energía, la frecuencia o el voltaje,
- si el dispositivo térmico es accionado por al menos un quemador de gas, los parámetros de suministro del gas, tales como el tipo de gas usado, la presión del gas usado y/o el flujo del gas usado,
- 60 - las características de los granos de café que se tostarán tales como: la cantidad m de granos de café usados, el nivel de humedad de los granos de café, una variación en las características del tipo de granos de café,
- las características del perfil de aroma deseado tales como el nivel de tostado.

5. Método para tostar granos de café de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que, dependiendo del tipo de corrección, la regulación del circuito de retroalimentación se ajusta en la instalación, periódicamente y/o antes de cada operación de tostado.

6. Método para tostar granos de café de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que, durante la nueva operación de tostado de granos de café con el aparato tostador (X), se monitorea al menos una de las condiciones C_i de la nueva operación de tostado, preferentemente las condiciones ambiente externas, y

si dicha al menos una condición C_i monitoreada cambia durante la nueva operación de tostado de granos de café, después, se implementan nuevamente las etapas de la operación de ajuste.

7. Método para tostar granos de café de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la corrección predeterminada K_{ci} específica para una condición C_i de la nueva operación de tostado se define mediante el coeficiente a_{ci} , y

- dicho coeficiente se aplica directamente a las temperaturas T_{set} proporcionadas por las recetas de tostado definidas con el aparato tostador maestro específico (M) y que se reproducirán, dicha corrección comprende reemplazar T_{set} por $a_{ci} T_{set}$ en la regulación del circuito de retroalimentación,

o

- dicha corrección se aplica a las temperaturas T_{reg} medidas por la al menos una sonda de temperatura 5, dicha corrección comprende reemplazar T_{reg} por $\frac{T_{reg}}{a_{ci}}$ en la regulación del circuito de retroalimentación,

en donde a_{ci} es un factor predeterminado específicamente predeterminado para dicha condición C_i y la diferencia identificada, o es igual a 1 por defecto.

8. Método para tostar granos de café de acuerdo con la reivindicación anterior caracterizado por que la operación de ajuste comprende las etapas de:

- suministrar varias condiciones C_i específicas de tostado,

- comparar cada una de las condiciones C_i específicas de tostado con la condición de referencia correspondiente usada durante la definición de las recetas de tostado definidas con el aparato tostador maestro específico (M),

- si es para más de una de las condiciones C_i específicas de tostado, identificar una diferencia entre la condición específica de tostado y la condición de referencia correspondiente, después:

- basado en cada una de las diferencias identificadas, obtener acceso a las correcciones predeterminadas K_{ci} correspondientes específicas para las condiciones C_i de tostado,

- basado en la selección de las correcciones predeterminadas K_{ci} correspondientes, aplicar la corrección K a la regulación del circuito de retroalimentación, la corrección K se define mediante el coeficiente A en donde $A = \prod_i a_{ci}$.

9. El método para tostar granos de café de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado por que los granos de café son una mezcla de al menos dos granos de café diferentes (café A, café B, ..., café N) introducida dentro de la cámara, y

en donde el sistema de control se configura para obtener para cada tipo de granos de café n comprendido en la mezcla al menos el tipo café n de los granos de café y la cantidad m_n del tipo de café N introducido en la cámara,

y

si para al menos un tipo del café n parte de la mezcla, se identifica al menos una diferencia entre la condición específica $C_{café i}$ de tostado relacionada con una característica de dicho café n y la condición de referencia $C_{café i ref}$ correspondiente de tostado relacionada con dicha característica de dicho café n

después, se calcula un coeficiente global $a_{C_{café i} mezcla}$ para la corrección $K_{C_{café i}}$ específica para la condición $C_{café i}$ de tostado para la mezcla, el coeficiente global se calcula de la siguiente manera:

$$a_{C_{café i} mezcla} = \sum_{n=A}^N f_n \cdot a_{C_{café i} n}$$

en donde n corresponde a todos los tipos de granos de café C_A a C_N presentes en la mezcla y f_n representa la fracción

en peso de los granos de café de tipo C_n en la mezcla de granos de café.

10. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9 caracterizado por que la corrección K_{ci} predeterminada específica para una condición C_i de tostado aplicada a la regulación del circuito de retroalimentación se define mediante un coeficiente (b_{ci}) adicional, y

- dicha corrección se aplica a las temperaturas T_{set} proporcionadas por las recetas de tostado que se reproducirán, dicha corrección comprende reemplazar T_{set} por $a_{ci} T_{set} + b_{ci}$ en la regulación del circuito de retroalimentación,

o

- dicha corrección se aplica a las temperaturas T_{reg} medidas por la al menos una sonda de temperatura (5), dicha corrección comprende reemplazar T_{reg} por $\frac{1}{a_{ci}} (T_{reg} - b_{ci})$ en la regulación del circuito de retroalimentación,

en donde b_{ci} es una desviación predeterminada específicamente predeterminada para la condición C_i y la diferencia identificada o es igual a 0 por defecto.

11. Método de acuerdo con la reivindicación anterior caracterizado por que la operación de ajuste comprende las etapas de:

- suministrar varias condiciones C_i específicas de tostado,

- comparar cada una de las condiciones C_i específicas de tostado con la condición de referencia C_{i-ref} correspondiente, usada durante la definición de las recetas de tostado definidas con el aparato tostador maestro específico (M),

- si es para más de una de las condiciones C_i específicas de tostado, identificar una diferencia entre la condición específica de tostado y la condición de referencia correspondiente, después:

- basado en cada una de las diferencias identificadas, obtener acceso a las correcciones predeterminadas K_{ci} correspondientes específicas para las condiciones C_i de tostado,

- basado en la selección de las correcciones predeterminadas K_{ci} correspondientes, aplicar la corrección K a la regulación del circuito de retroalimentación, la corrección K se define mediante el par de coeficientes (A , B), en donde:

$$A \approx \prod_i a_{ci}$$

y

$$B = \sum_i b_{ci}.$$

12. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado por que, en los coeficientes a_{ci} y, opcionalmente b_{ci} , que definen una corrección K_{ci} , al menos uno de los coeficientes varía con el tiempo durante la reproducción de las recetas de tostado, opcionalmente los coeficientes son constantes a lo largo de intervalos de tiempo diferentes.

13. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, caracterizado por que, en los coeficientes a_{ci} y, opcionalmente b_{ci} , que definen una corrección K_{ci} , al menos uno de los coeficientes varía con la temperatura durante la reproducción de las recetas de tostado.

14. Método para tostar granos de café de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la corrección predeterminada K_{ci} específica para una condición C_i de la nueva operación de tostado se define mediante el coeficiente D_{ci} , A_{ci} , y B_{ci} , y

- dichos coeficientes se aplican directamente a las temperaturas T_{set} proporcionadas por las recetas de tostado definidas con el aparato tostador maestro específico (M) y que se reproducirán, dicha corrección comprende reemplazar T_{set} por $D_{ci} T_{set}^2 + A_{ci} T_{set} + B_{ci}$ en la regulación del circuito de retroalimentación,

en donde D_{ci} es un factor predeterminado específicamente predeterminado para la condición C_i y la diferencia identificada, o es igual a 0 por defecto,

en donde A_{ci} es un factor predeterminado específicamente predeterminado para la condición C_i y la diferencia identificada, o es igual a 1 por defecto,

en donde B_{Ci} es un factor predeterminado específicamente predeterminado para la condición C_i y la diferencia identificada, o es igual a 0 por defecto.

15. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que en el aparato tostador, la al menos una sonda de temperatura (5) se ubica fuera de la cámara (1) y cada corrección predeterminada específica para una condición de tostado y una diferencia identificada se predetermina al:

a_0 - aplicar la diferencia de condición específica para el aparato tostador maestro M sin modificar las otras condiciones de referencia,

a - introducir al menos una sonda de temperatura temporal (3) dentro de la cámara del aparato tostador maestro M,

b - controlar el dispositivo térmico para reproducir una curva Rset 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, el control se basa en la temperatura Treg medida por la sonda de temperatura (5),

c - durante la reproducción de la curva Rset predeterminada, medir la temperatura Tcal en función del tiempo dentro de la cámara en la sonda de temperatura temporal (3) que permite la determinación de al menos un 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), dicha curva de referencia R_{ref} representa la temperatura Tref medida en la cámara del aparato maestro (M) específico en las condiciones de referencia mientras se controla el dispositivo térmico del aparato maestro para reproducir dicha curva Rset predeterminada,

basado en la comparación, determinar la corrección específica para dicha condición de tostado y dicha diferencia.

16. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo térmico (12) comprende un impulsor de flujo de aire (121) y el sistema de control (180) es operable para controlar el impulsor de flujo de aire (121) y se configura para aplicar una receta de tostado (RFlow-set) que proporciona puntos de ajuste ($F_{@t_i}$; t_i) de un flujo de aire $F_{@t_1}$, $F_{@t_2}$, ... que se aplicará en tiempos discretos sucesivos t_1 , t_2 , ..., respectivamente,

y la operación de ajuste comprende las etapas de:

si se identifica una diferencia entre la condición C_i suministrada de la nueva operación de tostado y la condición de referencia C_{iRef} correspondiente, después:

- basado en dicha diferencia identificada, obtener acceso a una corrección predeterminada $K_{Flow\ C_i}$ correspondiente específica para la naturaleza y la diferencia con C_{iRef} de la condición de tostado, y

- aplicar dicha corrección predeterminada $K_{Flow\ C_i}$ correspondiente directa o indirectamente a al menos uno del flujo de aire $F_{set@t_i}$ de las recetas de tostado que se reproducirán mediante el aparato tostador (X).

17. Aparato tostador que comprende:

- una cámara (1) para contener granos de café,

- un dispositivo térmico (2) configurado para suministrar aire caliente a la cámara,

- al menos una sonda de temperatura (5) para medir la temperatura del aire suministrada por el dispositivo térmico,

- un sistema de control (80) configurado para controlar el dispositivo térmico (2) y configurado para reproducir recetas de tostado, dichas recetas de tostado proporcionan al menos 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 (2) implementa una regulación del circuito de retroalimentación basada en la temperatura Treg medida por la al menos una sonda de temperatura (5),

caracterizado por que el sistema de control es operable para implementar el método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16.

18. Aparato de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado por que la al menos una sonda de temperatura (5) se ubica fuera de la cámara (1).

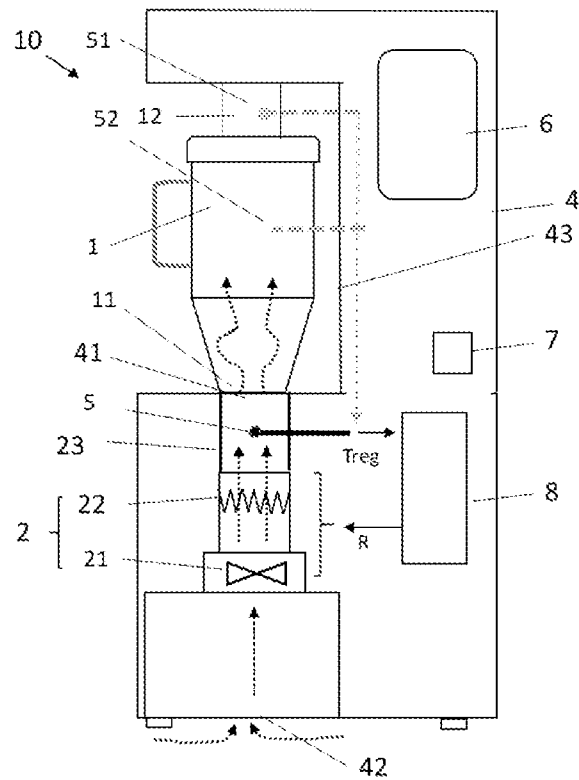


FIGURA 1

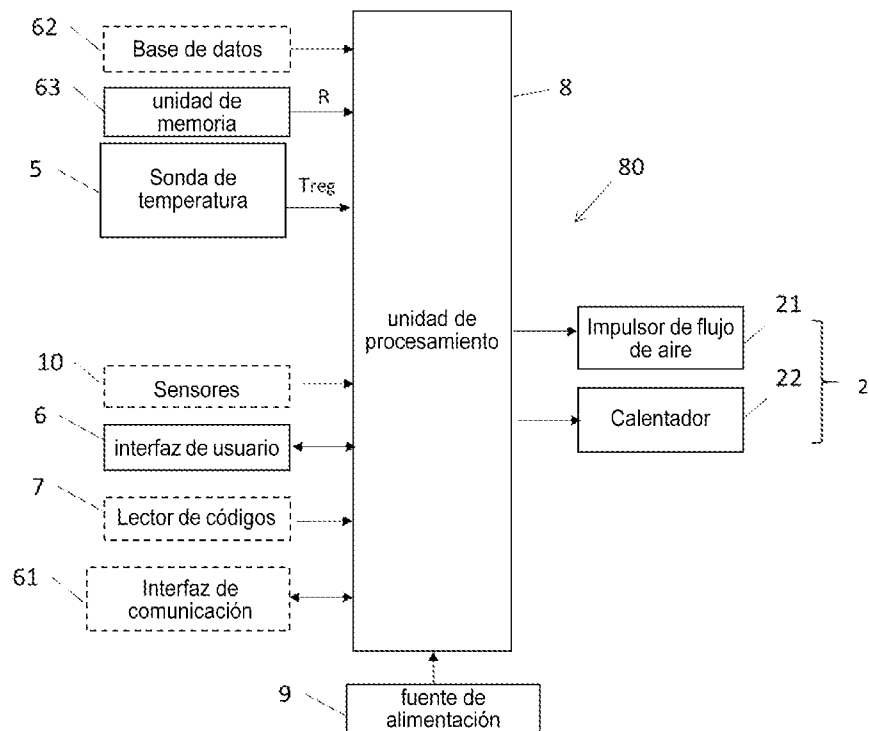


FIGURA 2A

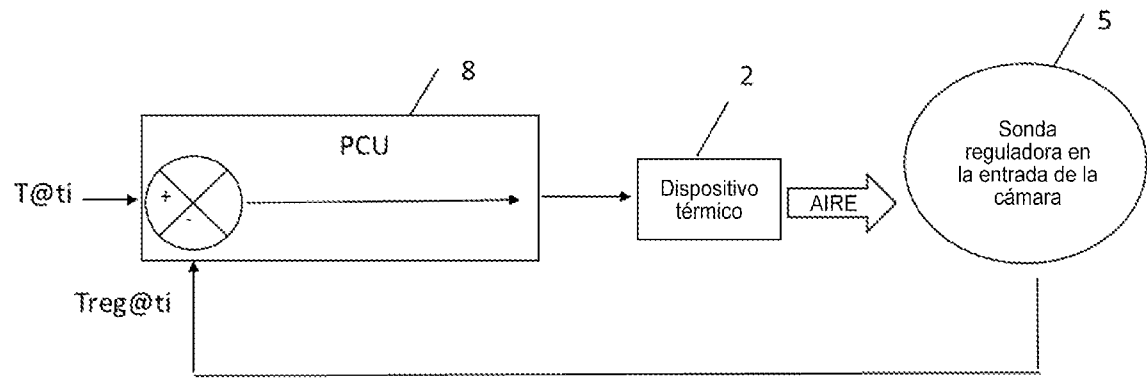


FIGURA 2B

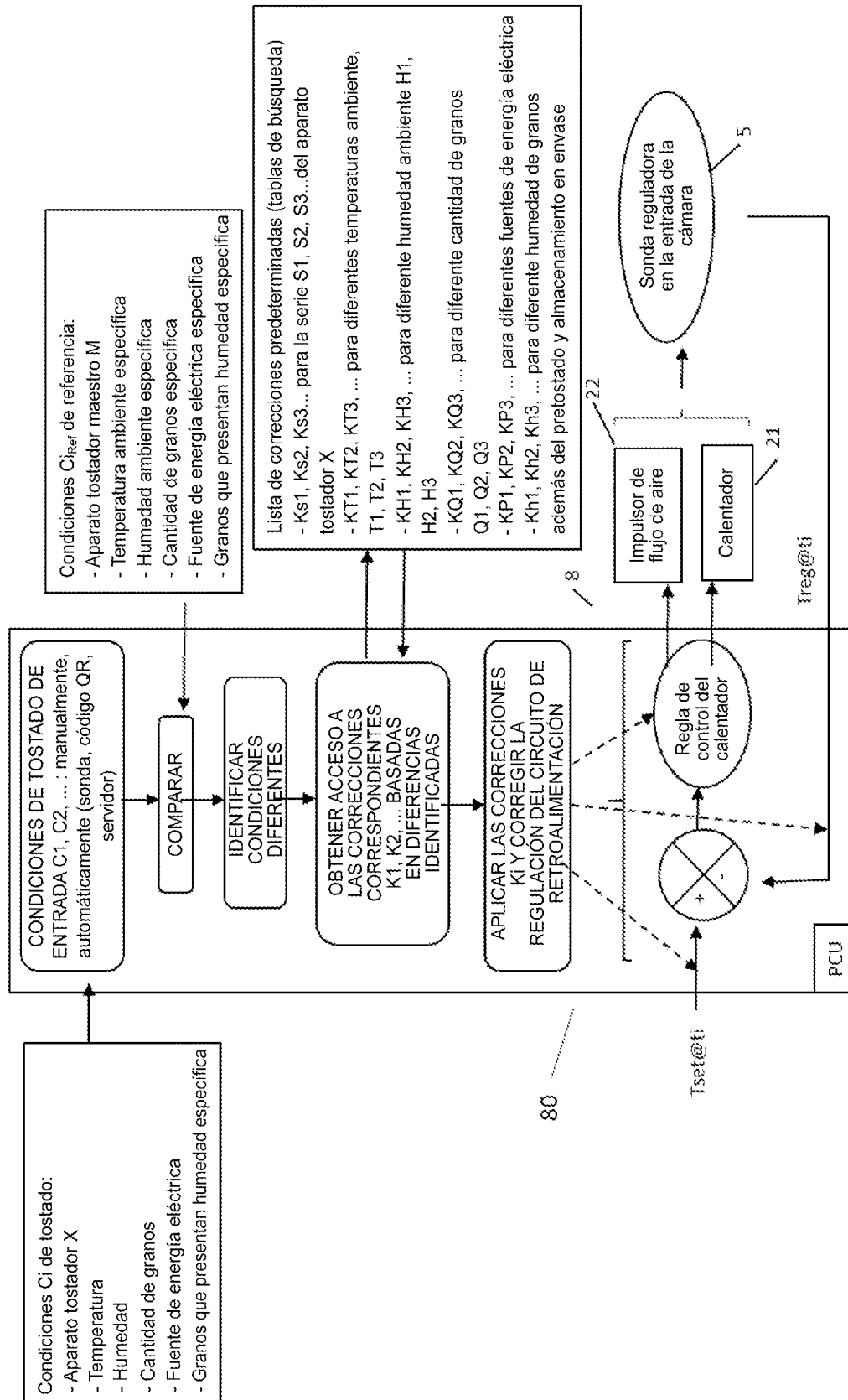
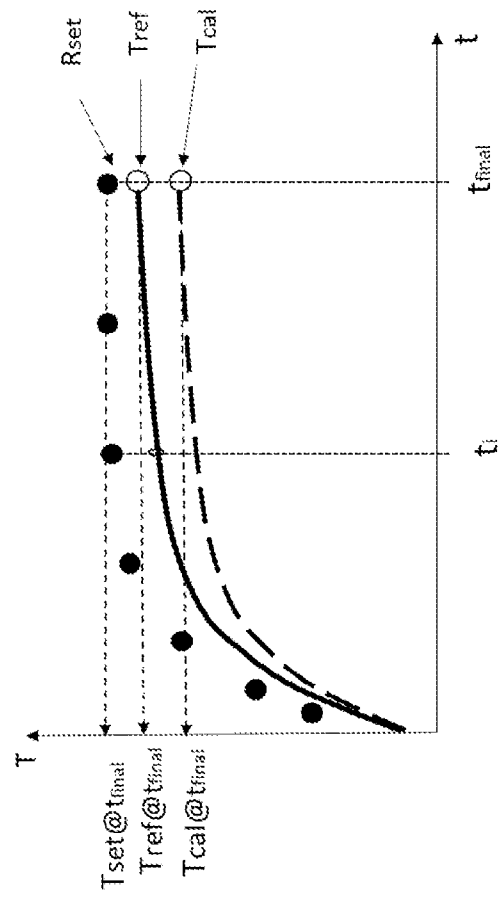
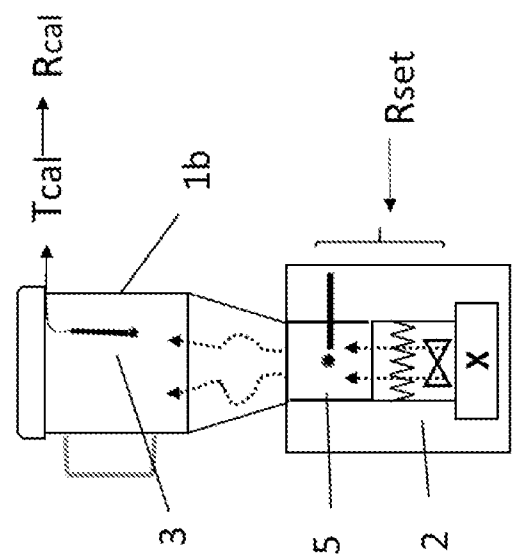
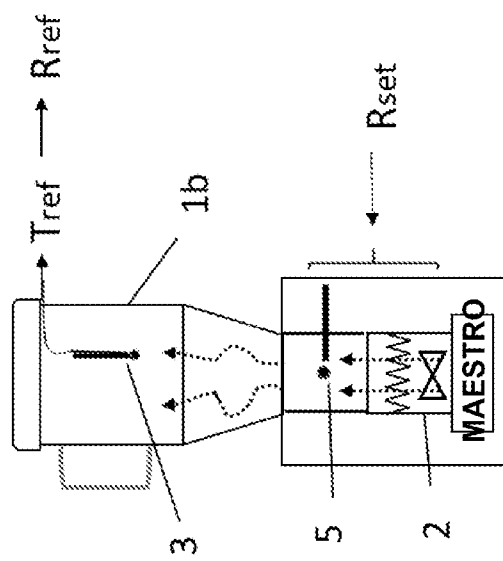


FIGURA 3



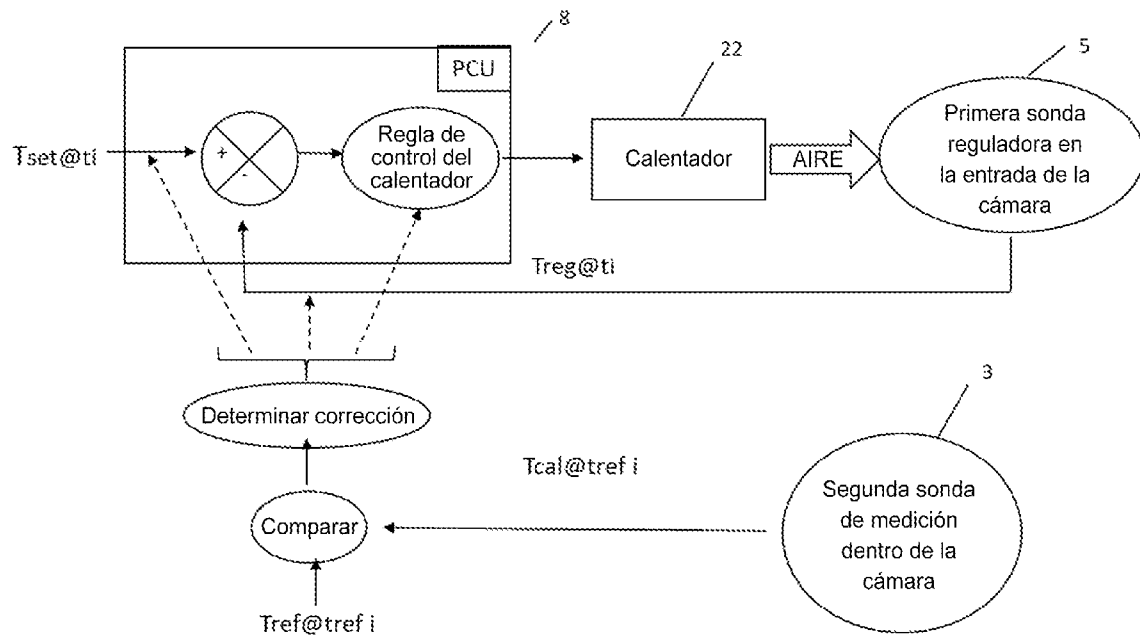


FIGURA 4D

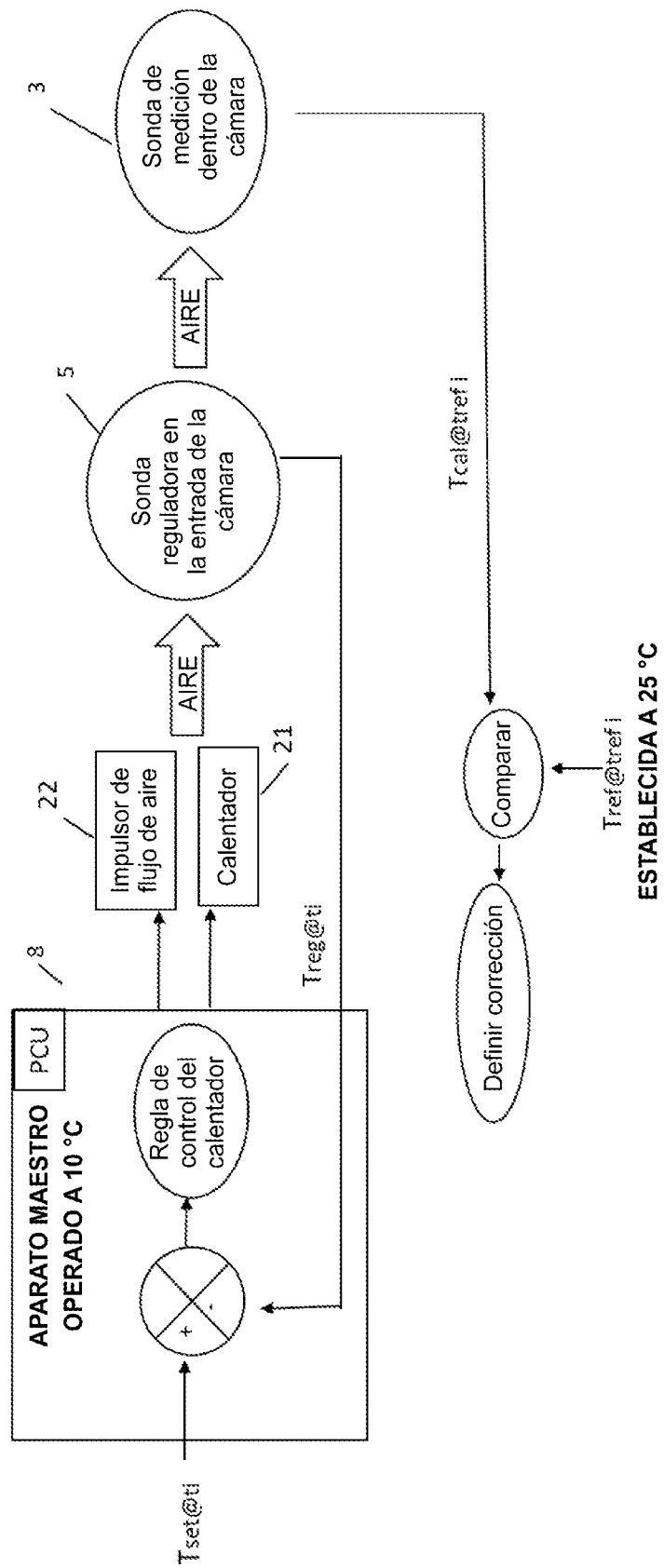


FIGURA 5