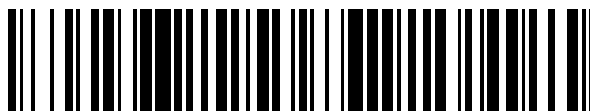


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 758 398**

51 Int. Cl.:

| | |
|-------------------|-----------|
| F27D 19/00 | (2006.01) |
| C21B 5/00 | (2006.01) |
| C21C 5/46 | (2006.01) |
| F27D 21/00 | (2006.01) |
| C21C 5/52 | (2006.01) |
| C22B 5/12 | (2006.01) |
| C22B 7/00 | (2006.01) |
| C22B 7/04 | (2006.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.04.2016 PCT/FI2016/050219**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **13.10.2016 WO16162603**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2016 E 16717417 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 3280965**

54 Título: **Procedimiento y disposición para operar un horno metalúrgico y un producto de un programa de ordenador**

30 Prioridad:

10.04.2015 FI 20155266

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

05.05.2020

73 Titular/es:

**OUTOTEC (FINLAND) OY (100.0%)
Rauhalanpuisto 9
02230 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**BJÖRKLUND, PETER;
KARHUVAARA, OSKARI;
JÅFS, MIKAEL y
PESONEN, LAURI P.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 758 398 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

Procedimiento y disposición para operar un horno metalúrgico y un producto de un programa de ordenador

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a un procedimiento para operar un horno metalúrgico como se define en el preámbulo de la reivindicación independiente 1.

10 La invención también se refiere a una disposición para operar un horno metalúrgico como se define en el preámbulo de la reivindicación independiente 5.

La invención también se refiere a un producto de un programa de ordenador para el procedimiento y para la disposición, como se define en la reivindicación independiente 6.

15 Al operar un horno metalúrgico, como un horno de fundición en suspensión, un horno de arco eléctrico, un horno de lanza sumergida o un horno de tiro inferior, resulta ventajoso permitir que el contenido fundido en el espacio del horno del horno metalúrgico, forme una capa o recubrimiento protector semisolidificado o solidificado en las paredes internas del horno metalúrgico, ya que dicha capa protectora protege las paredes internas del horno metalúrgico contra el contenido fundido en el espacio del horno del horno metalúrgico. Si, por un lado, se permite que la temperatura del contenido fundido en el horno metalúrgico aumenta demasiado, la capa protectora se fundirá y las paredes internas del espacio del horno quedarán expuestas al contenido fundido en el espacio del horno del horno metalúrgico. Si, por el otro lado, se permite que la temperatura del contenido fundido en el horno metalúrgico baje demasiado, el grosor de la capa protectora aumentará innecesariamente y el espacio efectivo del horno se reducirá,

20 La publicación WO 2012/034184 presenta un proceso de fundición directa basada en un baño fundido, que incluye el control de las condiciones del proceso en un recipiente de fundición directa, de modo tal que la escoria fundida en un baño fundido de metal y escoria presenta una viscosidad en un intervalo de 0,5 a 5 de equilibrio en un intervalo de temperatura de operación para el proceso.

30 La publicación JP 2003-222319 presenta un sistema de control de operación de un horno de fundición de cenizas en base al estado real del termómetro de escoria.

35 La publicación WO 01/72090 presenta un procedimiento y un aparato para controlar automáticamente la espuma de escoria.

Objetivo de la invención

40 El objeto de la invención es proporcionar un procedimiento y una disposición para operar un horno metalúrgico, lo que resuelve los problemas identificados anteriormente.

Breve descripción de la invención

45 El procedimiento para operar un horno metalúrgico de la invención se caracteriza por las definiciones de la reivindicación independiente 1.

Las realizaciones preferidas del procedimiento se definen en las reivindicaciones dependientes 2 a 4.

50 La disposición para operar un horno metalúrgico de la invención se caracteriza, de manera correspondiente, por las definiciones de la reivindicación independiente 5.

En la reivindicación 6, se presenta un programa de ordenador para el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 o para la disposición según la reivindicación 5.

55 La invención se basa en medir la temperatura de la escoria y la temperatura de fundición de la escoria directa o indirectamente a través del análisis de la escoria y el cálculo de una temperatura de recalentamiento calculando la diferencia entre la temperatura de la escoria y la temperatura de fundición de la escoria, y en determinar si la temperatura de recalentamiento calculada se encuentra dentro de un intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido o no. Si la temperatura de recalentamiento calculada no se encuentra dentro del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido, se efectúa una etapa de ajuste.

60 Si la temperatura de fundición de la escoria se mide directamente, se puede utilizar una lanza de inmersión Positherm proporcionada por Heraeus Electro-Nite.

65 Si la temperatura de fundición de la escoria se mide indirectamente a través del análisis de la escoria, los resultados

del análisis deben estar disponibles de manera suficientemente rápida y es posible utilizar un analizador de espectrometría de descomposición inducida por láser (LIBS), junto con un programa para calcular la temperatura de fusión de la escoria en base al análisis elemental de lo fundido.

- 5 Al mantener la temperatura de recalentamiento dentro de un intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido, la temperatura de la escoria se mantiene de modo tal que se permite que la escoria fundida en el espacio del horno del horno metalúrgico forme una capa o recubrimiento protector semisolidificado o solidificado en las paredes internas del horno metalúrgico, sin embargo, de modo tal que el grosor de la capa protectora no pueda aumentar de manera innecesaria.

10

Lista de figuras

A continuación, la invención se describirá con más detalle haciendo referencia a las figuras, en las cuales

- 15 la figura 1 muestra un horno metalúrgico en la forma de un horno de fundición en suspensión,
la figura 2 muestra un horno metalúrgico en la forma de un horno de arco eléctrico,
la figura 3 muestra un horno metalúrgico en la forma de un horno de lanza sumergida,
la figura 4 muestra un horno metalúrgico en la forma de un horno de tiro inferior,
la figura 5 muestra una vista detallada de un horno metalúrgico,
20 la figura 6 muestra una hoja de flujo de una realización del procedimiento, y
la figura 7 muestra una hoja de flujo de otra realización del procedimiento.

Descripción detallada de la invención

- 25 La invención se refiere a un procedimiento para operar un horno metalúrgico 4, a una disposición para operar un horno metalúrgico 4 y a un producto de un programa de ordenador.

Primero se describirán con más detalles el procedimiento para operar un horno metalúrgico 4 y algunas realizaciones y variantes preferidas del procedimiento.

30

El procedimiento comprende una etapa de alimentación para alimentar un material de alimentación que contiene metal y opcionalmente al menos uno de los siguientes: gas de reacción, un agente de reducción, un refrigerante y combustible a base de hidrocarburos, de manera continua o por lotes, a un espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4 para formar una capa que contiene metal fundido 1 y una capa de escoria 2 en la parte superior de la capa que contiene metal fundido 1 en el espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4, y

35

El material que contiene metal puede ser, por ejemplo, uno de los siguientes: un material de alimentación que contenga metal, como un concentrado de metal sulfhídrico y un metal que contenga escoria líquida, o una mezcla de al menos dos de los mismos.

40

El gas de reacción puede contener, por ejemplo, al menos uno de los siguientes: aire, oxígeno técnico o aire enriquecido en oxígeno con un enriquecimiento de oxígeno en el intervalo entre el 20,8 y 100 %

45

El agente de reducción puede ser, por ejemplo, al menos uno de los siguientes: un material que contenga coque, ferrosilicio o aluminio, que puede configurarse, por ejemplo, para reaccionar con un metal que contenga escoria en el espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4.

50

El refrigerante puede contener, por ejemplo, al menos uno de los siguientes: un refrigerante líquido, como agua, una solución acuosa, un ácido sulfúrico de fuerza variable (del 0 al 100 %) o una mezcla de al menos dos de los mismos, o un refrigerante sólido, como polvo, piedra caliza, fundente de cal, un agente de reducción, una máscara molida de escoria molida, un metal molido y una ampolla molida, o una mezcla de al menos dos de los mismos.

55

El combustible a base de hidrocarburos puede contener, por ejemplo, al menos uno de los siguientes: aceite combustible pesado, aceite combustible liviano, coque pulverizado, carbón pulverizado, coque concentrado, gas natural, gas de propano, combustible de biomasa, aglomerado de madera, combustible a base de residuos municipales, combustibles a base de residuos industriales y material de desechos electrónicos o una mezcla de al menos dos de los mismos.

60

El horno metalúrgico 4 puede ser, por ejemplo, un horno de fundición en suspensión, como un horno de fundición flash, como se muestra en la figura 1, un horno de arco eléctrico, como se muestra en la figura 2, un horno de lanza sumergida, como se muestra en la figura 3, o un horno de tiro inferior, como se muestra en la figura 4.

65

La capa que contiene metal fundido 1 puede contener, por ejemplo, máscara, ampollas, aleaciones de metal, hierro o plomo de obra, o una mezcla de al menos dos de los mismos.

El procedimiento comprende una etapa de control de temperatura para controlar la temperatura de la capa que contiene metal fundido 1 y la capa de escoria 2 en el espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4.

La etapa de control de temperatura puede comprender ajustar al menos uno de los siguientes:

- 5
- (i) la velocidad de alimentación del material de alimentación que contiene metal, el cual se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 - (ii) la composición del material de alimentación que contiene metal el cual se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 - 10 (iii) la velocidad de alimentación del gas de reacción que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 - (iv) la composición del gas de reacción que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 - (v) la velocidad de alimentación del refrigerante que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 - 15 (vi) la composición del refrigerante que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 - (vii) la velocidad de alimentación de los combustibles a base de hidrocarburos que se alimentan al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 - (viii) la composición de los combustibles a base de hidrocarburos que se alimentan al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 - 20 (ix) la temperatura de cualquiera de los materiales sólidos, líquidos o gaseosos que se alimentan al espacio del horno 3 del horno metalúrgico, y
 - (x) el calentamiento mediante diferentes cantidades de energía eléctrica.

El procedimiento comprende una primera etapa de medición para medir la temperatura de la escoria (T_{slag}).

- 25 El procedimiento comprende una segunda etapa de medición para medir la temperatura de fusión de la escoria ($T_{slag, liquidus}$).

Tanto la primera como la segunda etapa de medición pueden efectuarse, por ejemplo, mediante la utilización de una lanza de inmersión Positherm proporcionada por Heraeus Electro-Nite.

- 30 La segunda etapa también se puede medir indirectamente a través del análisis de la escoria, la escoria fundida debe analizarse rápidamente y, para este fin, se puede utilizar un analizador de espectrometría de descomposición inducida por láser (LIBS), junto con un programa para calcular la temperatura de fusión de la escoria en base al análisis elemental de lo fundido.

- 35 El procedimiento comprende una etapa de cálculo para calcular una temperatura de recalentamiento ($T_{superheat}$) mediante el cálculo de la diferencia de temperatura entre la temperatura de la escoria (T_{slag}) y la temperatura de fusión de la escoria ($T_{slag, liquidus}$).

- 40 Si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{superheat}$) se encuentra fuera de un intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$), el procedimiento comprende una etapa de ajuste para ajustar al menos uno de los siguientes:

- 45 (i) la velocidad de alimentación del material de alimentación que contiene metal, el cual se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
- (ii) la composición del material de alimentación que contiene metal el cual se alimenta al espacio del horno 3 del horno Metalúrgico 4,
- 50 (iii) la velocidad de alimentación del gas de reacción que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
- (iv) la composición del gas de reacción que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
- (v) la velocidad de alimentación del refrigerante que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
- (vi) la composición del refrigerante que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
- 55 (vii) la velocidad de alimentación de los combustibles a base de hidrocarburos que se alimentan al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
- (viii) la composición de los combustibles a base de hidrocarburos que se alimentan al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
- (ix) la temperatura de cualquiera de los materiales sólidos, líquidos o gaseosos que se alimentan al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4, y
- 60 (x) el calentamiento mediante diferentes cantidades de energía eléctrica

para aumentar la temperatura de recalentamiento real si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{superheat}$) se encuentra por debajo del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$) o bajar la temperatura de recalentamiento real si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{superheat}$) se encuentra por encima del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$).

- 65

Al mantener la temperatura de recalentamiento dentro de un intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido, la temperatura de la escoria en la capa de escoria 2 se mantiene de modo tal que se permite que el contenido fundido en el espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4 forme una capa o recubrimiento protector semisolidificado o solidificado 5 en las paredes internas 6 del horno metalúrgico 4, sin embargo, de modo tal que no se permita que el grosor de la capa protectora 5 aumente de manera innecesaria.

El intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido puede ubicarse, por ejemplo, entre -30 y 250 °C, así como entre -10 y 150 °C, preferentemente entre -10 y 100 °C o, por ejemplo, entre 30 y 250 °C. El intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido depende del contenido de la escoria en la capa de escoria 2.

El procedimiento comprende una etapa de formación y mantenimiento de una capa o recubrimiento protector semisolidificado o solidificado 5 en las paredes internas 6 del horno metalúrgico 4.

La etapa de control de temperatura incluye mantener la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{\text{superheat}}$) dentro del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{\text{superheat set}}$) a fin de mantener la capa o recubrimiento protector semisolidificado o solidificado 5 en las paredes internas 6 del horno metalúrgico 4.

A continuación, se describirán con más detalles la disposición para operar un horno metalúrgico 4 y algunas realizaciones y variantes preferidas de la disposición.

La disposición comprende un medio de alimentación configurado para alimentar un material de alimentación que contiene metal y opcionalmente al menos uno de los siguientes: gas de reacción, un agente de reducción, un refrigerante y combustibles a base de hidrocarburos, de manera continua o por lotes, a un espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4 para formar una capa que contiene metal fundido 1 y una capa de escoria 2 en la parte superior de la capa que contiene metal fundido 1 en el espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4, y

El material que contiene metal puede ser, por ejemplo, uno de los siguientes: un material de alimentación que contenga metal y un metal que contenga escoria líquida o una mezcla de al menos dos de los mismos.

El gas de reacción puede contener, por ejemplo, al menos uno de los siguientes: oxígeno o aire enriquecido en oxígeno con un enriquecimiento de oxígeno en el intervalo entre el 20,8 y 100 %

El agente de reducción puede ser, por ejemplo, uno de los siguientes: un material que contenga coque, ferrosilicio, aluminio o una mezcla de al menos dos de los mismos.

El refrigerante puede contener, por ejemplo, al menos uno de los siguientes: refrigerantes líquidos, como agua, soluciones acuosas, un ácido sulfúrico de fuerza variable (del 0 al 100 %) o una mezcla de al menos dos de los mismos, o refrigerantes sólidos, como polvo, piedra caliza, fundente de cal, un agente de reducción, una máscara molida de escoria molida, un metal molido y una ampolla molida, o una mezcla de al menos dos de los mismos.

El combustible a base de hidrocarburos puede contener, por ejemplo, al menos uno de los siguientes: aceite combustible pesado, aceite combustible liviano, coque pulverizado, carbón pulverizado, coque concentrado, gas natural, gas de propano, combustible de biomasa, aglomerado de madera, combustible a base de residuos municipales, combustibles a base de residuos industriales y material de desechos electrónicos o una mezcla de al menos dos de los mismos.

El horno metalúrgico 4 puede ser, por ejemplo, un horno de fundición en suspensión, como un horno de fundición flash, como se muestra en la figura 1, un horno de arco eléctrico, como se muestra en la figura 2, un horno de lanza sumergida, como se muestra en la figura 3, o un horno de tiro inferior, como se muestra en la figura 4.

La capa que contiene metal fundido 1 puede contener, por ejemplo, máscara, ampollas, aleaciones de metal, hierro o plomo de obra, o una mezcla de al menos dos de los mismos.

La disposición comprende un medio de control de temperatura configurado para controlar la temperatura de la capa que contiene metal fundido 1 y la capa de escoria 2 en el espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4. El medio de control de temperatura puede configurarse para generar una señal de control para un procesador que controla al menos uno de los siguientes:

- (i) la velocidad de alimentación del material de alimentación que contiene metal, el cual se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
- (ii) la composición del material de alimentación que contiene metal el cual se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
- (iii) la velocidad de alimentación del gas de reacción que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,

- (iv) la composición del gas de reacción que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 (v) la velocidad de alimentación del refrigerante que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 (vi) la composición del refrigerante que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 (vii) la velocidad de alimentación de los combustibles a base de hidrocarburos que se alimentan al espacio del
 5 horno 3 del horno metalúrgico 4,
 (viii) la composición de los combustibles a base de hidrocarburos que se alimentan al espacio del horno 3 del horno
 metalúrgico 4,
 (ix) la temperatura de cualquiera de los materiales sólidos, líquidos o gaseosos que se alimentan al espacio del
 10 horno 3 del horno metalúrgico 4, y
 (x) el calentamiento mediante diferentes cantidades de energía eléctrica.

El medio de control de temperatura comprende un primer medio de medición configurado para medir la temperatura de la escoria (T_{slag}).

- 15 El medio de control de temperatura comprende un segundo medio de medición configurado para medir la temperatura de fundición de la escoria ($T_{slag, liquidus}$).

El medio de control de temperatura comprende un medio de cálculo configurado para calcular una temperatura de recalentamiento ($T_{superheat}$) mediante el cálculo de la diferencia de temperatura entre la temperatura de la escoria (T_{slag}) y la temperatura de fundición de la escoria ($T_{slag, liquidus}$),

20 Si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{superheat}$) se encuentra fuera de un intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$), el medio de control de temperatura se configura para generar una señal de control para un procesador que controla al menos uno de los siguientes:

- 25 (i) la velocidad de alimentación del material de alimentación que contiene metal, el cual se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 (ii) la composición del material de alimentación que contiene metal el cual se alimenta al espacio del horno 3 del
 30 horno metalúrgico 4,
 (iii) la velocidad de alimentación del gas de reacción que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 (iv) la composición del gas de reacción que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 (v) la velocidad de alimentación del refrigerante que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 (vi) la composición del refrigerante que se alimenta al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 35 (vii) la velocidad de alimentación de los combustibles a base de hidrocarburos que se alimentan al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 (viii) la composición de los combustibles a base de hidrocarburos que se alimentan al espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 (ix) la temperatura de cualquiera de los materiales sólidos, líquidos o gaseosos que se alimentan al espacio del
 40 horno 3 del horno metalúrgico 4, y
 (x) el calentamiento mediante diferentes cantidades de energía eléctrica

para aumentar la temperatura de recalentamiento real si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{superheat}$) se encuentra por debajo del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$) o bajar la
 45 temperatura de recalentamiento real si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{superheat}$) se encuentra por encima del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$).

Al mantener la temperatura de recalentamiento dentro de un intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido, la temperatura de la escoria en la capa de escoria 2 se mantiene de modo tal que se permite que el contenido fundido en el espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4 forme una capa o recubrimiento protector semisolidificado o solidificado 5 en las paredes internas 6 del horno metalúrgico 4, sin embargo, de modo tal que no se permita que el grosor de la capa protectora 5 aumente de manera innecesaria.

El intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido puede ubicarse, por ejemplo, entre -30 y 250 °C, así como entre -10 y 150 °C, preferentemente entre -10 y 100 °C o, por ejemplo, entre 30 y 250 °C. El intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido depende del contenido de la escoria en la capa de escoria 2.

El medio de control de temperatura se configura para controlar la temperatura de la capa que contiene metal fundido 1 y la capa de escoria 2 en el espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4, de modo tal que la capa o recubrimiento protector semisolidificado o solidificado 5 se forme y se mantenga en las paredes internas 6 del horno metalúrgico 4.

El medio de control de temperatura se configura para generar una señal de control para que el procesador mantenga la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{superheat}$) dentro del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$) a fin de mantener la capa o recubrimiento protector semisolidificado o solidificado 5 en las paredes internas 6 del horno metalúrgico 4.

La invención también se refiere a un producto de un programa de ordenador que comprende un código de programa para un dispositivo de procesamiento, con el producto del programa de ordenador comprendiendo un código de programa para:

- 5 recibir una primera señal eléctrica que representa la temperatura de la escoria (T_{slag}) de la capa de escoria 2 contenida en un espacio de horno 3 de un horno metalúrgico 4,
 recibir una segunda señal eléctrica que representa la temperatura de fundición de la escoria ($T_{slag, liquidus}$) de escoria en la capa de escoria 2 contenida en el espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 10 calcular una temperatura de recalentamiento ($T_{superheat}$) mediante el cálculo de la diferencia de temperatura entre la temperatura de la escoria (T_{slag}) y la temperatura de fundición de la escoria ($T_{slag, liquidus}$),
 determinar si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{superheat}$) se encuentra dentro o fuera del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$), y
 15 generar una señal de control para el dispositivo de procesamiento si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{superheat}$) se encuentra fuera del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$).

La invención también se refiere a un programa de ordenador para el procedimiento según cualquier realización descrita en esta invención o para la disposición según cualquier realización descrita en esta invención, con el producto del programa de ordenador comprendiendo un código de programa para:

- 20 recibir una primera señal eléctrica que representa la temperatura de la escoria (T_{slag}) de una capa de escoria 2 contenida en un espacio del horno 3 del horno metalúrgico 4,
 recibir una segunda señal eléctrica que representa la temperatura de fundición de la escoria ($T_{slag, liquidus}$) en la capa de escoria (2) contenida en un espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),
 25 calcular una temperatura de recalentamiento ($T_{superheat}$) mediante el cálculo de la diferencia de temperatura entre la temperatura de la escoria (T_{slag}) y la temperatura de fundición de la escoria ($T_{slag, liquidus}$),
 determinar si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{superheat}$) se encuentra dentro o fuera del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$), y
 30 generar una señal de control para el dispositivo de procesamiento si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{superheat}$) se encuentra fuera del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$).

Es evidente para un experto en la materia que a medida que avanza la tecnología, la idea básica de la invención se puede implementar de varias maneras. La invención y sus realizaciones, por lo tanto, no están restringidas a los ejemplos anteriores, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para operar un horno metalúrgico (4), en el que el procedimiento comprende:

5 Una etapa de alimentación para alimentar un material de alimentación que contiene metal y opcionalmente al menos uno de los siguientes: gas de reacción, un agente de reducción, un refrigerante y combustibles a base de hidrocarburos a un espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4) para formar una capa que contiene metal fundido (1) y una capa de escoria (2) en la parte superior de la capa que contiene metal fundido (1) en el espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4), y

10 una etapa de control de temperatura para controlar la temperatura de la capa de metal fundido (1) y la capa de escoria (2) en el espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

caracterizado porque la etapa de control de temperatura comprende

una primera etapa para medir la temperatura de la escoria (T_{slag}),

una segunda etapa para medir la temperatura de fundición de la escoria ($T_{slag, liquidus}$) y

15 una etapa de cálculo para calcular una temperatura de recalentamiento ($T_{superheat}$) mediante el cálculo de la diferencia de temperatura entre la temperatura de la escoria (T_{slag}) y la temperatura de fusión de la escoria ($T_{slag, liquidus}$),

20 y si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{superheat}$) se encuentra fuera de un intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$), el procedimiento comprende una etapa de ajuste para ajustar al menos uno de los siguientes:

(i) la velocidad de alimentación del material de alimentación que contiene metal, el cual se alimenta al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

25 (ii) la composición del material de alimentación que contiene metal el cual se alimenta al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

(iii) la velocidad de alimentación del gas de reacción que se alimenta al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

(iv) la composición del gas de reacción que se alimenta al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

30 (v) la velocidad de alimentación del refrigerante que se alimenta al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

(vi) la composición del refrigerante que se alimenta al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

(vii) la velocidad de alimentación de los combustibles a base de hidrocarburos que se alimentan al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

35 (viii) la composición de los combustibles a base de hidrocarburos que se alimentan al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

(ix) la temperatura de cualquiera de los materiales sólidos, líquidos o gaseosos que se alimentan al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4), y

(x) el calentamiento mediante diferentes cantidades de energía eléctrica

40 para aumentar la temperatura de recalentamiento real si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{superheat}$) se encuentra por debajo del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$) o para bajar la temperatura de recalentamiento real si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{superheat}$) se encuentra por encima del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$),

45 mediante una etapa de formación para formar y mantener una capa o recubrimiento protector solidificado (5) en las paredes internas (6) del horno metalúrgico (4), y

mediante la etapa de control de temperatura que incluye mantener la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{superheat}$) dentro del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$) a fin de mantener la capa o recubrimiento protector solidificado (5) en las paredes internas (6) del horno metalúrgico (4).

50 2. El procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{superheat set}$) se encuentra entre -30 y 250 °C, así como entre -10 y 150 °C, preferentemente entre -10 y 100 °C, o entre 30 y 250 °C.

55 3. El procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por** la medición de la temperatura de fundición de la escoria indirectamente efectuando un análisis de la escoria.

4. El procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por** la medición de la temperatura de fundición de la escoria directamente.

60 5. Una disposición para operar un horno metalúrgico (4), en la que la disposición comprende:

65 medios de alimentación configurados para alimentar un material de alimentación que contiene metal y opcionalmente al menos uno de los siguientes: gas de reacción, un agente de reducción, un refrigerante y combustibles a base de hidrocarburos a un espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4) para formar una capa que contiene metal fundido (1) y una capa de escoria (2) en la parte superior de la capa que contiene metal fundido

(1) en el espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4), y un medio de control de temperatura configurado para controlar la temperatura de la capa que contiene metal fundido (1) y la capa de escoria (2) en el espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4), **caracterizado porque el medio de control de temperatura comprende:**

5 un primer medio de medición configurado para medir la temperatura de la escoria (T_{slag}), un segundo medio de medición configurado para medir la temperatura de fundición de la escoria ($T_{\text{slag, liquidus}}$), y Un medio de cálculo configurado para calcular una temperatura de recalentamiento ($T_{\text{superheat}}$) mediante el cálculo de la diferencia de temperatura entre la temperatura de la escoria (T_{slag}) y la temperatura de fundición de la escoria ($T_{\text{slag, liquidus}}$),

10 y, si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{\text{superheat}}$) se encuentra fuera de un intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{\text{superheat set}}$), el medio de control de temperatura se configura para generar una señal de control para un procesador que controla al menos uno de los siguientes:

15 (i) la velocidad de alimentación del material de alimentación que contiene metal, el cual se alimenta al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

(ii) la composición del material de alimentación que contiene metal el cual se alimenta al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

(iii) la velocidad de alimentación del gas de reacción que se alimenta al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

20 (iv) la composición del gas de reacción que se alimenta al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

(v) la velocidad de alimentación del refrigerante que se alimenta al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

(vi) la composición del refrigerante que se alimenta al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

25 (vii) la velocidad de alimentación de los combustibles a base de hidrocarburos que se alimentan al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

(viii) la composición de los combustibles a base de hidrocarburos que se alimentan al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

30 (ix) la temperatura de cualquiera de los materiales sólidos, líquidos o gaseosos que se alimentan al espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4), y

(x) el calentamiento mediante diferentes cantidades de energía eléctrica

35 para aumentar la temperatura de recalentamiento real si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{\text{superheat}}$) se encuentra por debajo de un intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{\text{superheat set}}$) o para bajar la temperatura de recalentamiento real si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{\text{superheat}}$) está por encima del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{\text{superheat set}}$),

40 mediante la configuración del medio de control de temperatura para controlar la temperatura de la capa que contiene metal fundido (1) y la capa de escoria (2) en el espacio de horno (3) del horno metalúrgico (4), de modo tal que la capa o recubrimiento protector solidificado (5) se forme y se mantenga en las paredes internas (6) del horno metalúrgico (4) y

45 mediante la configuración del medio de control de temperatura para generar una señal de control para que el procesador mantenga la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{\text{superheat}}$) dentro del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{\text{superheat set}}$) a fin de mantener la capa o recubrimiento protector solidificado (5) en las paredes internas (6) del horno metalúrgico (4).

6. Un programa de ordenador para el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 o para la disposición según la reivindicación 5, siendo que el producto para el programa de ordenador comprende un código de programa para:

50 recibir una primera señal eléctrica que representa la temperatura de la escoria (T_{slag}) de una capa de escoria (2) contenida en un espacio del horno (3) del horno metalúrgico (4),

recibir una segunda señal eléctrica que representa la temperatura de fundición de la escoria ($T_{\text{slag, liquidus}}$) en la capa de escoria (2) contenida en el espacio de horno (3) del horno metalúrgico (4),

55 calcular una temperatura de recalentamiento ($T_{\text{superheat}}$) mediante el cálculo de la diferencia de temperatura entre la temperatura de la escoria (T_{slag}) y la temperatura de fundición de la escoria ($T_{\text{slag, liquidus}}$),

determinar si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{\text{superheat}}$) se encuentra dentro o fuera de un intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{\text{superheat set}}$), y

generar una señal de control para el dispositivo de procesamiento si la temperatura de recalentamiento calculada ($T_{\text{superheat}}$) se encuentra fuera del intervalo de temperatura de recalentamiento previamente definido ($T_{\text{superheat set}}$).

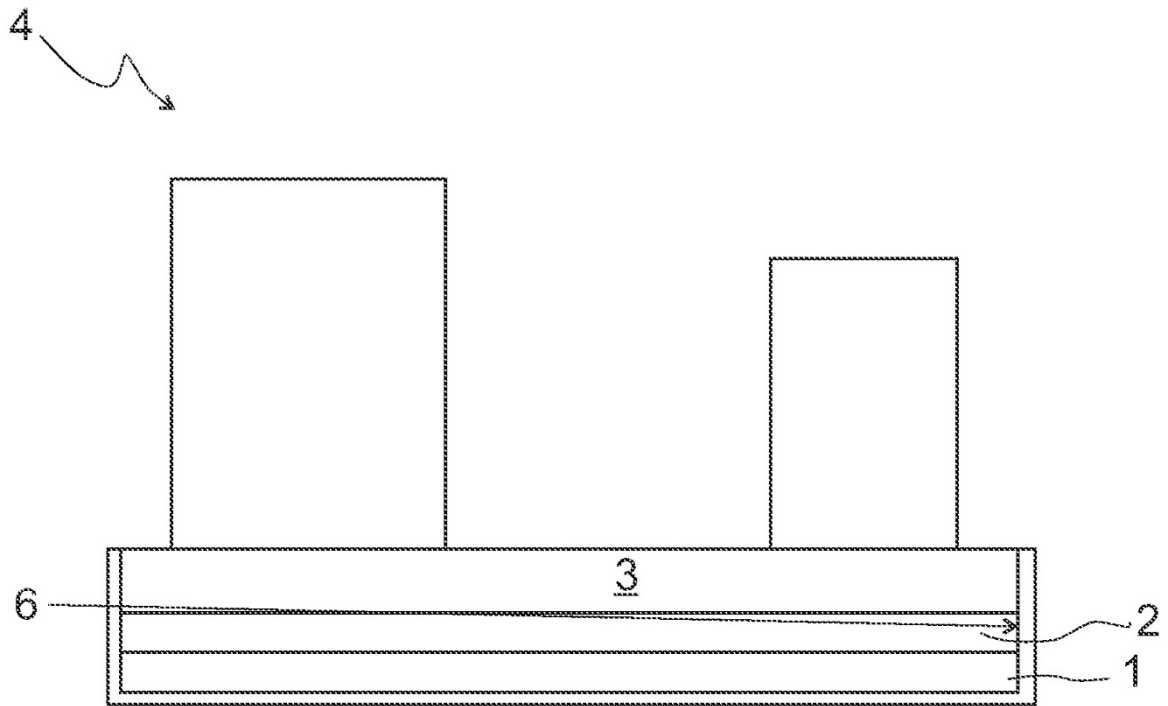


FIG 1

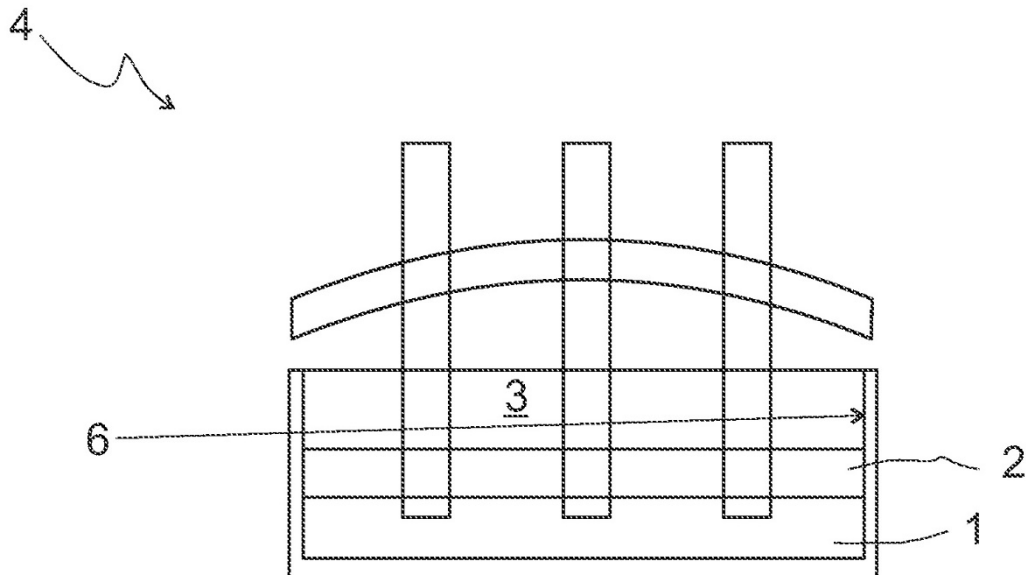


FIG 2

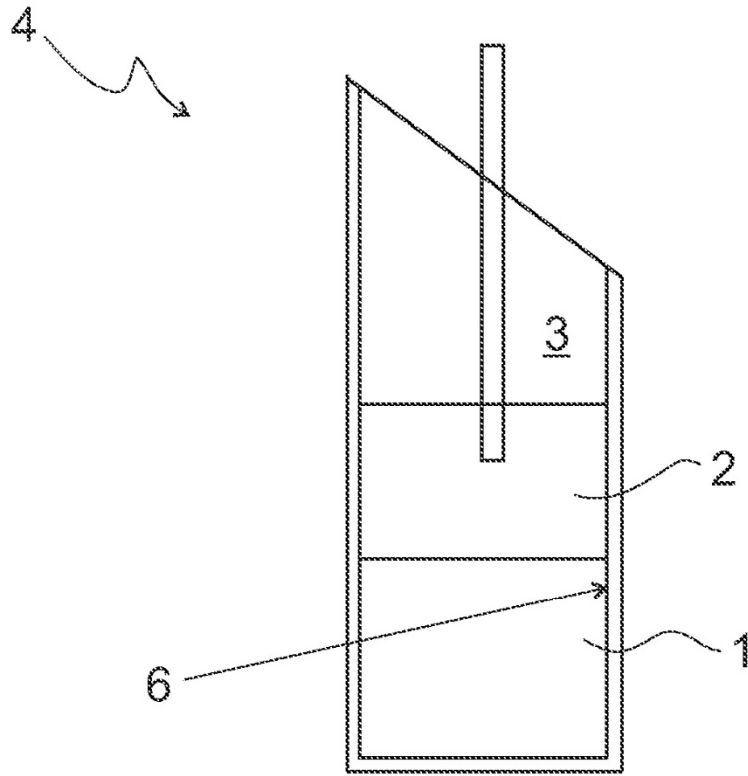


FIG 3

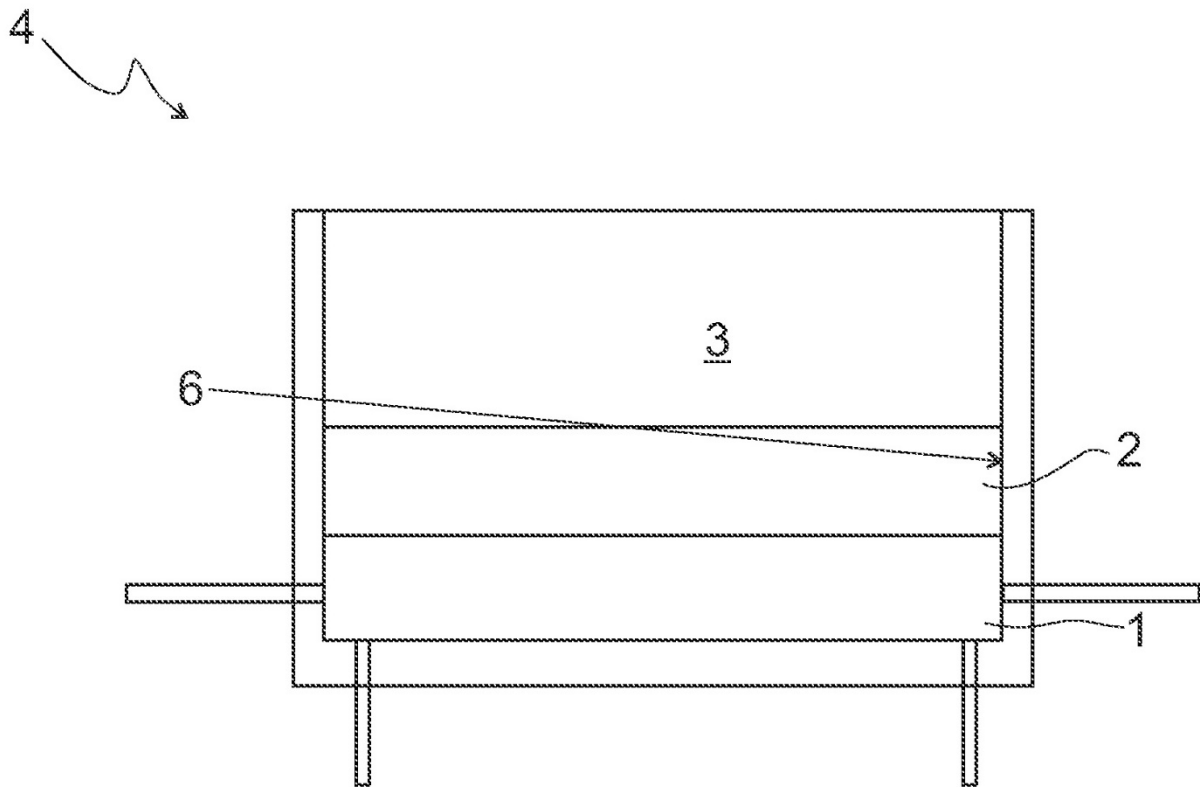


FIG 4

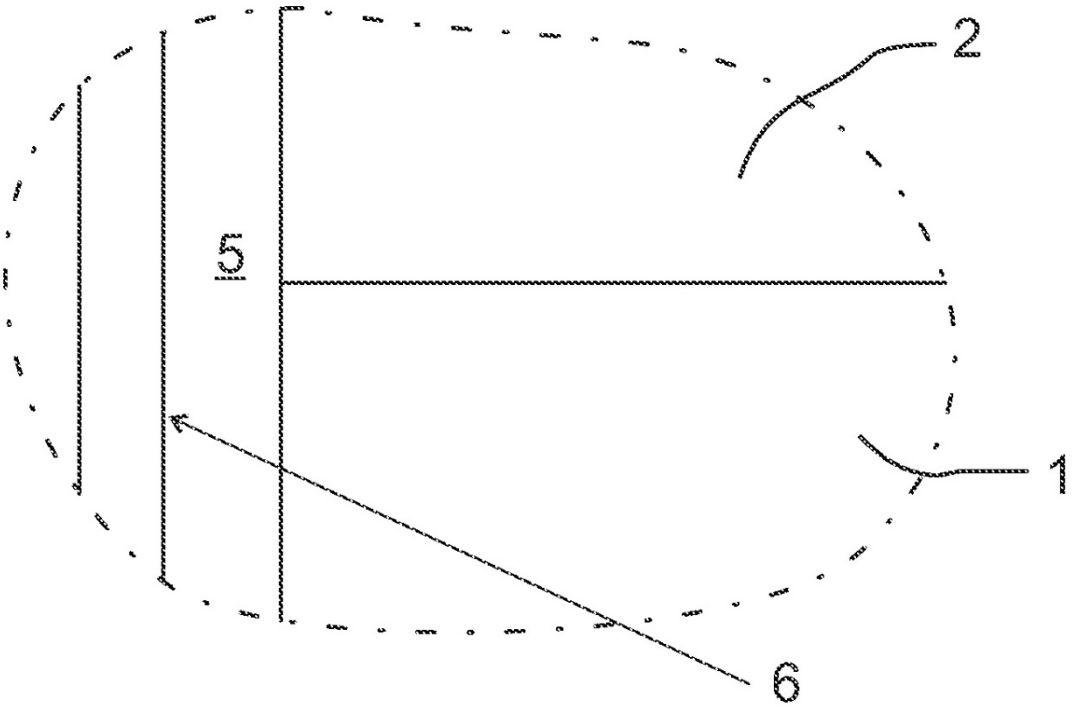


FIG 5

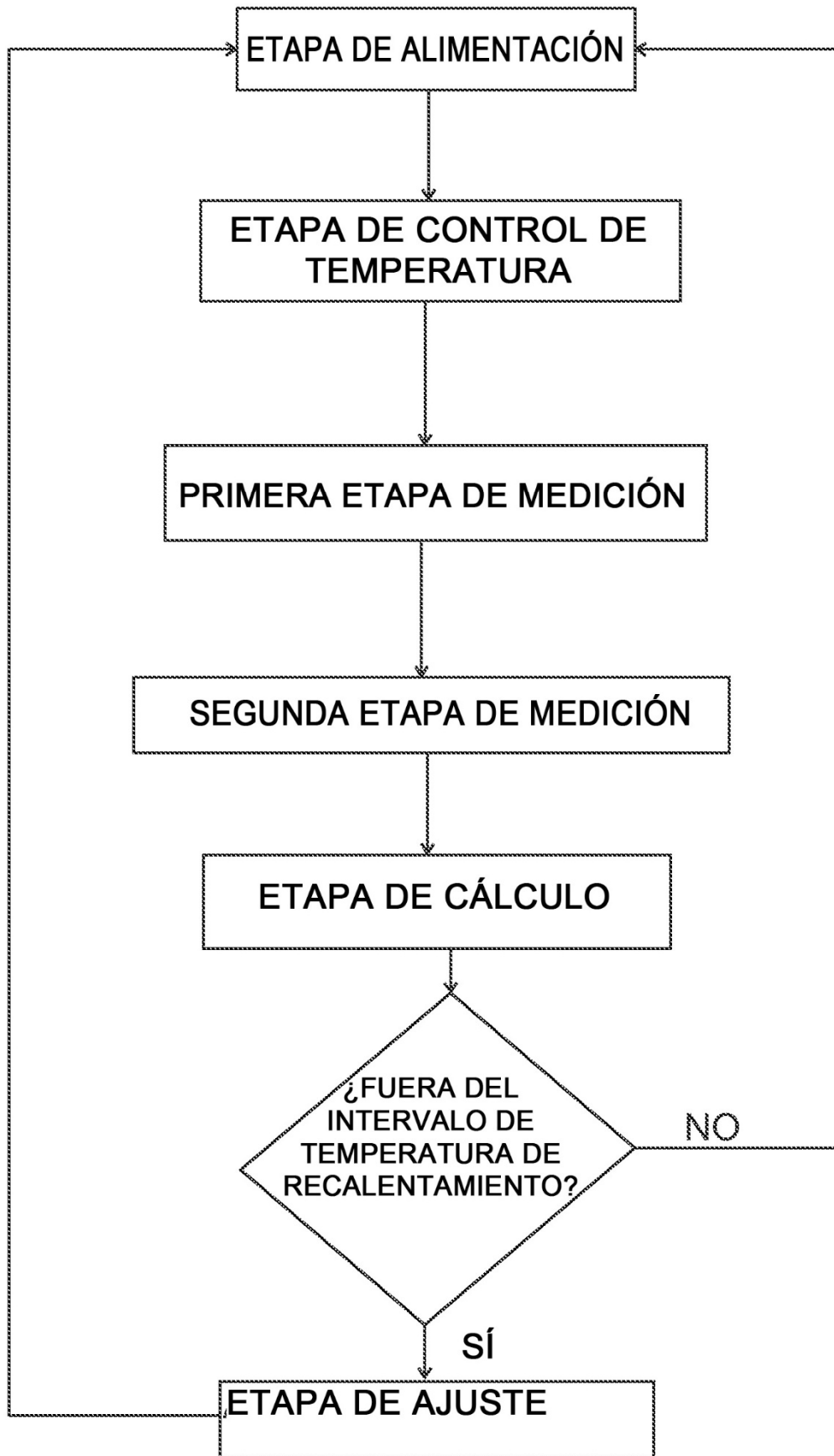


FIG 6

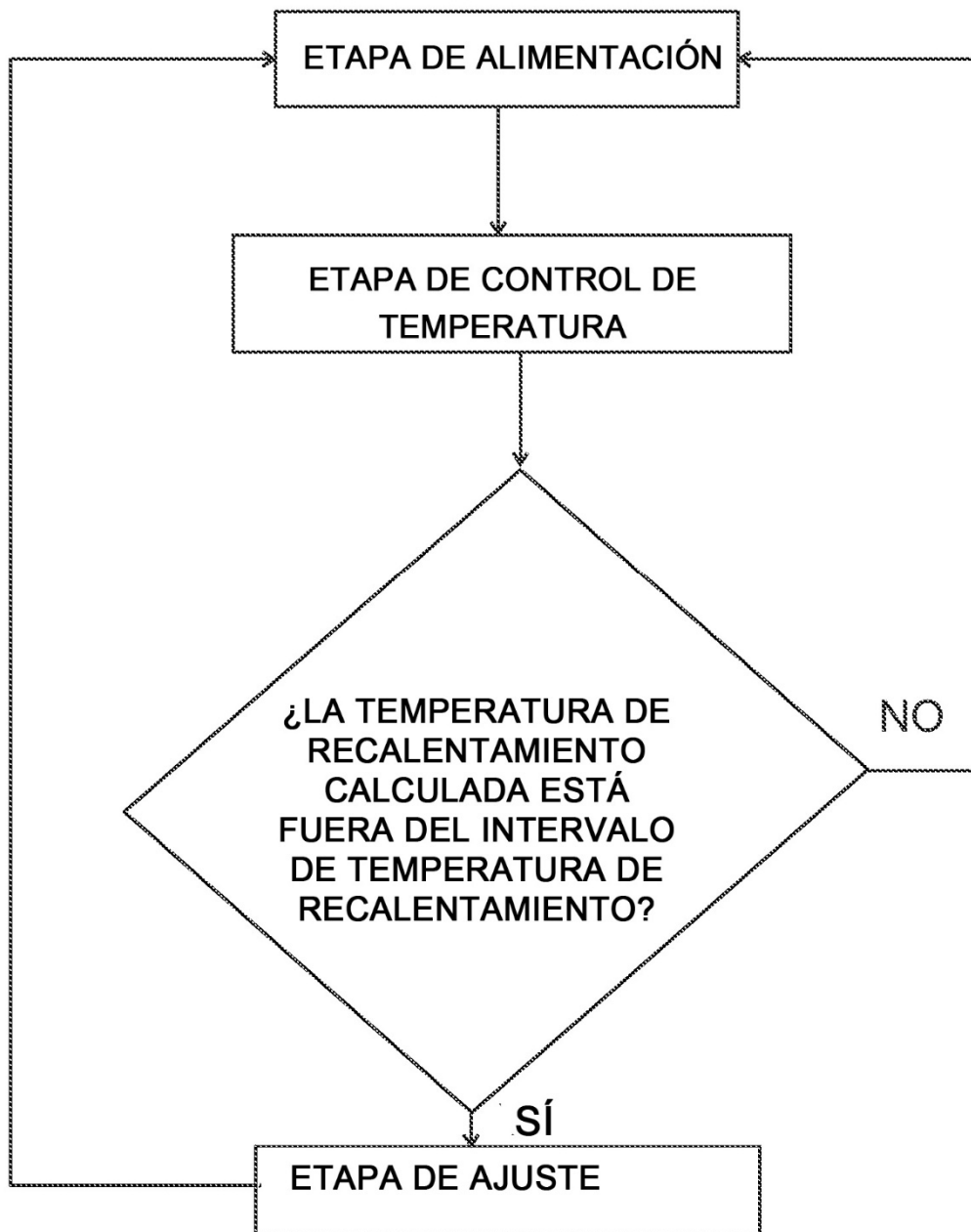


FIG 7