

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 197**

51 Int. Cl.:

B22D 45/00 (2006.01)

B22C 25/00 (2006.01)

B22D 46/00 (2006.01)

B22D 47/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.09.2014 PCT/IB2014/064307**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.03.2015 WO15033311**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2014 E 14767144 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 3041624**

54 Título: **Método de funcionamiento de una fundición de metales, sistema para realizar el método y fundición de metales que comprende el sistema**

30 Prioridad:

06.09.2013 WO PCT/IB2013/058350

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

15.04.2019

73 Titular/es:

**DISA INDUSTRIES A/S (100.0%)
Højager 8
2630 Taastrup, DK**

72 Inventor/es:

HAUNSTRUP, STEN

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 709 197 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 funcionamiento de una fundición de metales, sistema para realizar el método y fundición de metales que comprende el sistema

5 La presente invención se refiere a un método para poner en funcionamiento una fundición de metales, en particular una fundición de arena verde y un sistema para realizar el método. La presente invención se refiere además a una fundición de metales que comprende el sistema.

10 Se conocen técnicas para el funcionamiento automático de las fundiciones. La patente estadounidense US5.125448 divulga una planta de fundición automática en la que la información relativa a las características de cada molde individual se detecta en la máquina de moldeo y se utiliza en una unidad de vertido corriente abajo para controlar el vertido de metal fundido en el molde al que se refiere la información. La información se divulga en relación con el tipo de molde, si se han colocado o no los machos en el molde, si el molde es adecuadamente firme y si el molde no es adecuado para vertido debido a otras razones. Utilizando esta información, la unidad de vertido puede controlarse para colocar correctamente la boquilla de vertido en relación con el molde, o para no verter el molde específico al que se refiere la información. A continuación, la unidad de vertido puede proporcionar información sobre si se ha vertido en un molde específico o no, así como la información sobre el peso del molde específico y utilizarse para controlar la unidad de dosificación de agua para asegurar una cantidad apropiada de agua en la arena de moldeo que sale de la estación de extracción donde se rompe el molde.

20 El método descrito en la patente estadounidense US5125448 no minimiza ni mide las perturbaciones del entorno causadas por el funcionamiento de la fundición, sino que se centra únicamente en garantizar un funcionamiento sin fallos basado en la información relativa a las características de cada molde individual.

25 Asimismo, la patente internacional WO89/09666 divulga un método y un aparato para la fundición por evaporación. Se coloca en un recipiente un patrón evaporativo. Se compacta el medio de moldeo en torno a él y se coloca el recipiente debajo de una unidad de vertido. A medida que se vierte el metal fundido en el recipiente y se evapora el patrón, se evacúan los gases generados por el patrón utilizando una bomba de vacío. La presión dentro del recipiente se mide con sondas de presión y se usa para controlar una válvula moduladora y un recipiente de aumento de vacío conectado a la bomba. Al controlar la presión, se controla el caudal del metal fundido. El método descrito en la patente internacional WO89/09686 no minimiza ni mide las perturbaciones del entorno causadas por el funcionamiento de la fundición.

35 El documento KR20112G055925 divulga un dispositivo de ventilación local y un método de ventilación local de campana múltiple para contaminantes fluctuantes del aire.

40 El documento DE1020090315S7 divulga un método de recolección de calor de un proceso de fundición de hebra utilizando un intercambiador de calor.

45 Las fundiciones de metal en los últimos años se han centrado más en las perturbaciones del entorno correlacionadas con el funcionamiento de la fundición como consecuencia del mayor punto de mira en las perturbaciones del entorno y los retos de la sociedad actual y la necesidad de proporcionar un entorno adecuado para los trabajadores de las fundiciones de metales.

50 Algunas de las alteraciones del entorno más pertinentes relacionadas con el funcionamiento de una fundición de metales incluyen la contaminación del aire, las emisiones de CO₂, el calor, el ruido, el consumo de energía, el consumo de agua y los productos residuales como pueden ser la arena gastada, la arcilla de bentonita gastada y las piezas moldeadas descartadas. La arena gastada y la arcilla de bentonita no se pueden reciclar, sino que se deben desechar.

55 Otros productos de desecho incluyen piezas metálicas que no forman parte de pieza moldeada final que se forma en los alimentadores y elevadores, es decir, depósitos en el molde, que se utilizan para asegurar un moldeo apropiado y solidificación del metal fundido y se separan de la pieza moldeada una vez que se ha separado la pieza del molde.

60 Otras materias primas, utilizadas para el funcionamiento de la fundición de metales, que pueden considerarse perturbaciones del entorno incluyen el consumo de metal, el consumo de arena nueva y arcilla de bentonita nueva, el consumo de cualquier aditivo utilizado para formar la arena verde y el consumo de aire presurizado y vapor para correr máquinas o proporcionar calefacción.

65 Cada una de estas perturbaciones del entorno está relacionada con una o más operaciones de las unidades de la fundición de metales. A modo de ejemplo, el moldeo de fundición de arena verde, en el que se utilizan moldes o formas de arena, emplea ampliamente las operaciones de la unidad para proporcionar arena verde, formando a partir de la arena verde un molde de arena verde, vertiendo metal fundido en el molde de arena verde, permitiendo la solidificación del metal fundido, extrayendo el molde de arena verde de la pieza moldeada y acondicionando la arena verde para volver a utilizarla.

ES 2 709 197 T3

- 5 La contaminación del aire, en forma de polvo y partículas finas, está relacionada normalmente con las operaciones de la unidad para manejar y utilizar la arena verde, es decir, proporcionar, formar y extraer. Además, cuando la arena utilizada comprende sílice, se pueden formar partículas de sílice de tamaño micrométrico cuando se pone en contacto la arena en los moldes con el metal fundido durante el vertido del metal fundido en los moldes. Dichas partículas pueden producir silicosis en los trabajadores. Las fundiciones de metal deben dedicar, por lo tanto, un esfuerzo considerable en la recogida del polvo.
- 10 El polvo causado por las diferentes operaciones de la unidad en la fundición de metales está constituido por diferentes sustancias y diferentes composiciones y pueden, por ejemplo, contener metales u óxidos de metal.
- 15 El aire también puede estar contaminado con productos de combustión, como monóxido de carbono y/o compuestos orgánicos volátiles (COV).
- Muchas operaciones en la fundición de metales producen olores o humos tanto en el entorno interior, es decir, dentro de la fundición del metal, como en el entorno exterior, es decir el entorno fuera de la fundición de metales. Estos olores y humos pueden ser desagradables o nocivos para inhalar.
- 20 El aire en el entorno exterior de la fundición del metal también puede estar contaminado con el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno del combustible, como carbón, petróleo o gas, utilizado para calentar los hornos utilizados para fundir el metal. Si el metal que se va a fundir comprende piezas de chatarra o metales reciclados, las pinturas y recubrimientos de las piezas de metal pueden tener como resultado la contaminación del aire en la fundición de metales, por ejemplo, dioxinas. Asimismo, el tratamiento de acabado de la fundición, como el rectificado y la soldadura, puede liberar partículas de metal tóxicas en el aire.
- 25 El calor está relacionado principalmente con el funcionamiento de la unidad de vertido del metal fundido y su solidificación. El calor se libera además del horno utilizado para fundir el metal. El calor puede causar deshidratación, calambres por calor, agotamiento por calor y golpe de calor en los trabajadores de una fundición. Los trabajadores también pueden desarrollar cataratas en los ojos debido a la radiación infrarroja y ultravioleta emitida por el metal fundido. Las salpicaduras y chispas del metal fundido también pueden causar quemaduras.
- 30 El ruido puede estar relacionado con cualquier funcionamiento de la unidad y puede ser de corta duración, como consecuencia de impactos, o de mayor duración, como el ruido de una máquina sacudida. Las fuentes de ruido más comunes provienen de las máquinas de moldeo, las máquinas de sacudidas y las operaciones de acabado, tales como el granallado, son el desbaste y el desbarbado, rectificado de piezas moldeadas. Los ruidos generalmente varían entre aproximadamente 80 y 110dB (A), sin embargo, algunos ruidos pueden ser tan altos como 116dB (A). Otra fuente de ruido es el ruido del uso de aire comprimido para limpiar moldes o para introducir material de molde en la máquina de moldeo.
- 35 Aunque se dispone de protectores auriculares individuales, generalmente no se utilizan para ruidos de corta duración, pero los ruidos de corta duración se suman a la exposición general, i, e, el impacto del ruido en el entorno.
- También está estrechamente relacionada con el ruido la vibración, que puede afectar no solo a la salud del trabajador, sino también a longevidad, el rendimiento y los requisitos de mantenimiento de las máquinas de fundición de metales, lo cual afecta en última instancia a la eficiencia de la fundición de metales.
- 45 Las emisiones de CO₂ están relacionadas normalmente con la energía necesaria para fundir el metal que se utilice en la fundición y la energía necesaria para poner en marcha las máquinas, por ejemplo, la máquina de moldeo de arena, el transportador de moldes, la máquina sacudidora o el enfriador de arena, necesarios para realizar las operaciones de la unidad. Se necesita más energía para proporcionar ventilación a la fundición de metales.
- 50 El consumo de agua tiene relación con la extracción de la arena verde de las piezas moldeadas, el acondicionamiento de la arena para proporcionar una buena moldeabilidad de la arena cuando se moldea en la máquina de moldeo de arena, para limitar la formación de polvo, por ejemplo, en la máquina sacudidora, y para enfriar.
- 55 Asimismo, el consumo de agua suele tener como resultado en aguas residuales que deben tratarse adecuadamente. El agua residual puede contener, por ejemplo, polvo metálico o compuestos orgánicos. El agua residual puede derivarse también del almacenamiento de chatarra de metal de la escoria en el suelo fuera de la fundición del metal debido a que el agua de lluvia absorbe los contaminantes de la chatarra o escoria y se filtra en el suelo.
- 60 Todas las operaciones de unidad requieren energía para ser realizadas.
- 65 Los residuos de producción están relacionados con las operaciones de la unidad de formación de la arena, el vertido del metal fundido, la extracción de la pieza del molde y el acondicionamiento de la arena para su reutilización. Los

residuos de producción están relacionados además con el control de las piezas para detectar piezas moldeadas defectuosas que deben ser desechadas, es decir, que son piezas desechadas. La chatarra a menudo se vuelve a fundir, lo cual se aplica también a la escoria, pero, en algunos casos, la escoria debe ser eliminada en un vertedero.

5 De esas perturbaciones del entorno, la contaminación del aire, el calor y el ruido afectan principalmente al entorno del trabajador, mientras que las emisiones de CO₂, el consumo de energía; el consumo de agua y los residuos de producción afectan principalmente al entorno que rodea a la fundición. El consumo de energía, el consumo de agua y los residuos de producción afectan además a los costes la puesta en marcha las operaciones de la fundición de metales.

10 En el informe "Prevención y control integrados de la contaminación. Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en industria de la forja y la fundición de julio de 2004, por la Oficina Europea de GPLI, se puede encontrar más información sobre el impacto del entorno de las fundiciones de metales.

15 Para reducir al mínimo el impacto asociado a el funcionamiento de una fundición de metales en el entorno, las emisiones de CO₂, el consumo de energía, el consumo de agua y los residuos de producción deben ser preferentemente lo más bajos posible.

20 Además, para proporcionar un entorno de trabajo adecuado para los trabajadores de la fundición de metales, la contaminación del aire y el ruido deben mantenerse lo más bajos posible y deben adoptarse medidas para evitar que el calor provoque una temperatura demasiado alta en la fundición.

25 Al mismo tiempo, debe ponerse en marcha la fundición de metales para proporcionar una producción eficiente de piezas moldeadas. Por ejemplo, el número de piezas moldeadas defectuosas y que deben ser desechadas debe ser lo más bajo posible para que la cantidad de piezas utilizables sea la apropiada, es decir, adecuadas por unidad de tiempo y la cantidad de perturbaciones del entorno sea lo más alta posible. Esto se debe a que las piezas moldeadas desechadas, que deben desecharse o volver a fundirse, representan residuos de producción si se desechan y requieren energía, es decir, calor, si se vuelven a fundir. Además, incluso cuando la pieza se puede mecanizar para obtener una pieza de fundición adecuada, por ejemplo, si la pieza es ligeramente defectuosa como consecuencia de un mal ajuste de mitades del molde con el resultado de defectos de la pieza de fundición adyacente a las líneas de separación del molde, dicho mecanizado o desbaste requiere tanto energía como mano de obra y puede exponer a los trabajadores u operadores de la fundición de metales a un entorno laboral difícil o insalubre. Manteniendo así el número de piezas usables, es decir, apropiadas, las piezas moldeadas por unidad de tiempo y la cantidad de perturbaciones del entorno lo más alta posible, minimiza al menos aquellas perturbaciones del entorno relacionadas con piezas moldeadas desechadas y la energía para la refundición.

35 Por lo tanto, es importante obtener un buen entorno interior, es decir, un bajo nivel de perturbaciones del entorno para los trabajadores de la fundición de metales y un buen entorno exterior, es decir, un bajo nivel de alteraciones del entorno fuera de la fundición de metales. Asimismo, el nivel total de perturbaciones del entorno en el entorno interior y en el exterior debe ser lo más bajo posible.

40 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un método para el funcionamiento de una fundición de metales en la que se reducen al mínimo las perturbaciones del entorno, al mismo tiempo que se sigue proporcionando una producción eficiente de piezas moldeadas.

45 Un objeto más de la presente invención es proporcionar un sistema para realizar el método de funcionamiento de la fundición de metales.

50 Otro objeto más de la presente invención es proporcionar una fundición de metales que comprende el sistema.

Otro objeto más es proporcionar un método de reutilización del calor causado por el funcionamiento de una fundición de metal.

55 Al menos uno de los objetos anteriores, o al menos uno de los objetos adicionales que serán evidentes a partir de la siguiente descripción, están de acuerdo con un primer aspecto de la presente invención que se consigue según el método de acuerdo con la reivindicación 1.

60 Al poner en funcionamiento la máquina de fundición de metales utilizando al menos una instrucción obtenida sobre la base de la al menos una medición, configurándose la al menos una instrucción para causar una disminución de la al menos una perturbación del entorno, se garantiza que la fundición de metales funciona de tal modo que se reduce el impacto sobre el entorno por el funcionamiento de la fundición de metal.

65 Al poner en funcionamiento la fundición de metales de modo que se reduce el impacto del entorno del funcionamiento de la fundición de metales, se optimiza también, al menos parcialmente, el funcionamiento de la fundición de metales.

En el contexto de la presente invención la reducción del impacto del entorno del funcionamiento de la fundición de metales se refiere a la reducción de las perturbaciones del entorno causadas por al menos una máquina de fundición de metales y, por consiguiente, por el funcionamiento de la fundición de metales, en las inmediaciones de la máquina de fundición de metales, en la fundición de metales y/o en el entorno. Por tanto, reducir el impacto del entorno de la fundición de metales es beneficioso tanto para los trabajadores como para los operadores de la fundición de metales y el entorno.

La fundición de metales es preferentemente una fundición de metales que realiza piezas de moldeo utilizando moldes de arena verde, aunque son posibles otros tipos de material de molde.

La máquina de fundición de metales puede comprender una máquina de almacenamiento y provisión de arena verde, una máquina de molienda, como una máquina de moldeo vertical de arena verde, una máquina de moldeo en caja, una máquina de moldeo de placa de ajuste, una máquina de tirador de macho, un transportador de moldes o una línea de moldeo, una unidad de vertido, una máquina sacudidora, un enfriador de arena y una máquina de tratamiento y limpieza de la pieza moldeada, etc. En general, la máquina de fundición de metales puede comprender cualquier máquina utilizada en una fundición de metales para las operaciones de la fundición de metales.

Asimismo, la al menos una máquina de fundición de metales puede comprender un dispositivo de ventilación.

Las etapas del método definido en la reivindicación 1 deben realizarse en el orden de i, ii, iii.

La al menos una medición puede ser cuantitativa, como un número o un valor, o cualitativa, como un valor booleano. La al menos una medición puede obtenerse en la máquina de fundición de metales, en las inmediaciones de la máquina de fundición de metales, p.ej., además, por encima de, etc., dentro de la fundición de metales, es decir, dentro del edificio que aloja la máquina de fundición de metales fuera de la fundición de metales.

La al menos una medición puede ser una medición de la cantidad, intensidad, incidencia, extensión o concentración, etc. de la perturbación del entorno. Un ejemplo es la medición del uso de energía de una determinada máquina de fundición de metal.

La medición puede ser una medición directa de la perturbación del entorno producida por la máquina de fundición de metales, o una medición indirecta de la perturbación del entorno, que es una medición de un parámetro del entorno influido por la perturbación del entorno.

Por ejemplo, la contaminación del aire se debe normalmente al polvo que se forma durante la manipulación de la arena verde u otro material de molde. El polvo se puede medir por medición directa, por ejemplo, midiendo la cantidad de partículas de polvo atrapadas en un filtro o en una membrana cargada durante un tiempo específico. El polvo también puede medirse por medición indirecta midiendo la luz emitida por una fuente de luz que recibe un fotodetector.

Cuando se mide múltiples mediciones de la al menos una perturbación del entorno, como mediciones múltiples de la contaminación del aire desde diferentes posiciones en la fundición de metales, estas mediciones múltiples se pueden combinar con mediciones de otros sensores indicando el flujo de aire en la fundición de metales en un modelo 3D para extrapolar la contaminación del aire en cualquier punto de la fundición de metal.

Por lo tanto, la medición puede obtenerse directamente mediante un sensor, con el resultado de una medición de la perturbación del entorno en la posición del sensor. Alternativamente, la medición puede obtenerse en una posición deseada, en la que no hay sensor, usando los datos de sensor de una serie de sensores en diferentes posiciones y extrapolando la medición para la posición deseada de los datos del sensor.

La al menos una instrucción está configurada para causar una disminución de la al menos una perturbación del entorno. Dicho de otro modo, la al menos una instrucción es adecuada para causar una reducción de la al menos una perturbación del entorno. Esto significa que la al menos una instrucción es aquella que, cuando se utiliza para poner en funcionamiento la al menos una máquina de fundición de metales, se determina de forma empírica o analítica para causar una disminución de la al menos una perturbación del entorno. Por lo tanto, existe una relación empírica o analítica o lógica entre la al menos una instrucción, la al menos una máquina de fundición de metales y la al menos una perturbación del entorno. La relación entre la al menos una perturbación del entorno y la al menos una instrucción que causa una disminución de la perturbación del entorno puede determinarse empíricamente poniendo en funcionamiento la al menos una máquina de fundición de metales en diferentes condiciones, utilizando instrucciones diferentes y obteniendo al menos una medición de la al menos una perturbación del entorno para cada una de las diferentes condiciones. La relación también puede determinarse analítica o lógicamente considerando cómo y por qué la máquina de fundición de metales produce al menos una de las perturbaciones del entorno. Por ejemplo, se puede determinar fácilmente que rociar agua en las operaciones de unidades que generan polvo, como la máquina sacudidora, reduce el polvo, de modo que aumentar cantidad de agua rociada resultará en una disminución de la cantidad de polvo formado. También por ejemplo, se puede determinar analítica o lógicamente fácilmente que al disminuir la velocidad de un transportador de moldeo se reduce el ruido causado por el

funcionamiento del transportador de moldeo.

En el contexto de la presente invención, debe entenderse que el término obtención comprende también los términos determinación y cálculo.

5 El uso de al menos una instrucción puede comprender controlar la al menos una máquina de fundición de metales directamente, es decir, al menos una interfaz de control o un ordenador de control de la máquina de fundición de metales, o indirectamente controlando una fuente externa, como la energía hidráulica, el aire presurizado, etc., a la que está conectada al menos una máquina de fundición de metales para recibir dicha energía hidráulica, aire presurizado, etc.

10 La al menos una instrucción se puede utilizar para poner en funcionamiento la al menos una máquina de fundición de metales para uso en el control del suministro de un medio a la máquina, p.ej., el control de una válvula para suministrar agua a la máquina de fundición de metales, el control de la velocidad del motor de la menos una máquina de fundición de metal.

15 Cuando la al menos una máquina de fundición de metales produce más de una perturbación del entorno, dichas perturbaciones del entorno suelen ser de diferentes tipos. Sin embargo, se contempla dentro del contexto de la presente invención que más de una de las perturbaciones del entorno producidas por al menos una máquina de la fundición de metales pueda ser del mismo tipo, pero se obtenga de una ubicación diferente en relación con la al menos una máquina de fundición de metal. El tipo de perturbación del entorno se determina por la naturaleza física de la perturbación del entorno. Por ejemplo, un tipo de perturbación del entorno puede ser polvo, es decir, partículas, mientras que otro tipo de perturbación del entorno puede ser ruido, es decir, ondas de sonido. Otros tipos incluyen calor, es decir, energía y consumo de un recurso.

20 Cuando se obtiene más de una instrucción basada en más de una perturbación del entorno para poner en funcionamiento la al menos la máquina de fundición de metales, es posible que al tiempo que se configure una de las más de una instrucción para causar una disminución de una de las más de una perturbación del entorno, se provoque un aumento en otra de las más de una perturbaciones del entorno. En este caso, el método tal como se define en la reivindicación 1 puede comprender además la etapa de obtener un orden de prioridad de las más de una perturbaciones del entorno y, sobre la base de este orden de prioridad, realizar la etapa adicional de modificar una de las más de una instrucciones, de manera que una instrucción, entre las más de una instrucciones, que causa la disminución de la más de una de las perturbaciones del entorno que tiene la prioridad más baja se haga inefectiva antes de utilizarla para poner en funcionamiento la al menos una máquina de fundición de metales, o *viceversa*.

25 Alternativamente, el método tal como se define en la reivindicación 1 puede comprender adicionalmente la etapa de determinar si las más de una perturbaciones del entorno y las más de una instrucciones configuradas para causar una disminución de estas perturbaciones del entorno son suficientes para correr el riesgo de que vayan en contra unas con otras tal como se ha descrito, así como la etapa de obtener un orden de prioridad entre las más de una perturbaciones del entorno.

30 En general, una fundición de metales comprende una primera pluralidad de máquinas de fundición de metales. Por consiguiente, la reivindicación 2 define una realización preferente del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención. La realización de acuerdo con la reivindicación 2 es ventajosa, ya que en esta realización el método de acuerdo con la reivindicación 1, es decir las etapas i-iii, se realizan para cada una entre la primera pluralidad de máquinas de fundición de metales, dando como resultado una gran disminución global de al menos una perturbación del entorno con una gran disminución del impacto del entorno del funcionamiento de la fundición de metales.

35 Cada una de la primera pluralidad de máquinas de fundición de metales es preferentemente diferente de la otra.

40 Generalmente, una fundición de metales comprende una primera pluralidad de máquinas de fundición de metales que produce una segunda pluralidad de segundas perturbaciones del entorno. Por consiguiente, la reivindicación 3 define una realización preferente del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención. La realización de acuerdo con la reivindicación 3 es ventajosa ya que en esta realización el método de acuerdo con la reivindicación 1, es decir, las etapas i-iii se realizan para cada una entre la primera pluralidad de máquinas de fundición de metales y para cada una entre la segunda pluralidad de perturbaciones del entorno, dando así como resultado una gran disminución global de la segunda pluralidad de perturbaciones del entorno con una gran disminución del impacto del entorno del funcionamiento de la fundición de metales.

45 La segunda pluralidad es preferentemente mayor que la primera pluralidad, dicho de otro modo, al menos una entre la primera pluralidad de máquinas de fundición de metales produce preferentemente dos o más perturbaciones del entorno.

50 La tercera pluralidad es preferentemente mayor que la primera pluralidad pero también puede ser menor que la primera pluralidad. En este último caso, las perturbaciones del entorno producidas por más de una entre la primera

pluralidad de máquinas de fundición de metales pueden medirse colectivamente en una única medición para estas máquinas de fundición de metales.

5 La cuarta pluralidad puede ser igual o mayor que la primera pluralidad; dicho de otro modo, cada una entre la primera pluralidad de máquinas de fundición de metales puede ponerse en funcionamiento utilizando una entre la cuarta pluralidad de instrucciones.

10 La reivindicación 4 define diferentes realizaciones ventajosas del método, de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención con respecto a la etapa de obtención de la al menos una instrucción. El uso de al menos un valor umbral es un método sencillo para reducir el impacto del entorno del funcionamiento de la fundición de metales, ya que el valor umbral se puede ajustar fácilmente.

15 Dependiendo de la perturbación del entorno medida, el al menos un valor umbral puede ser un valor umbral superior o inferior. El al menos un valor umbral debe seleccionarse de modo que defina el nivel en el que se producen las perturbaciones del entorno en un entorno que es perjudicial para los trabajadores o los operadores de la fundición de metales, o en el que las perturbaciones del entorno dañan el entorno o tienen como resultado piezas moldeadas defectuosas.

20 El al menos un valor umbral puede establecerlo manualmente un trabajador u operador de la fundición de metales y/o la máquina de fundición de metal. El al menos un valor umbral también puede establecerse automáticamente, por ejemplo, calculándolo con arreglo a algún algoritmo. Por ejemplo, el al menos un valor umbral podría establecerse para el producto de un factor y el valor medio de al menos una medición de la al menos una perturbación del entorno durante el mes, la semana o el día anterior, de modo que el al menos un valor umbral se pueda actualizarse automáticamente, por ejemplo, a un 110% del valor medio de la al menos una medición de la al menos una perturbación del entorno durante el mes anterior. El al menos un valor umbral puede establecerse
25 alternativamente de manera que una estimación de la integral de la al menos una medición de la perturbación del entorno a lo largo de un período de tiempo futuro determinado, resulte en una perturbación del entorno total por debajo de una cierta cantidad. El valor umbral para la medición de una primera perturbación del entorno puede verse influido adicionalmente por el valor umbral de una segunda perturbación del entorno, ya sea por un efecto sinérgico de las primera y segunda perturbaciones del entorno, por ejemplo, el calor y el ruido que tengan efecto sinérgico en
30 entorno del trabajador o por que la primera o la segunda perturbación del entorno tenga una prioridad más alta, es decir, porque sea más importante mantenerla dentro del intervalo aceptable definido por el valor umbral relacionado con la medición de la primera perturbación del entorno, que mantenerla dentro del intervalo aceptable definido por el valor umbral relacionado con la medición de la segunda perturbación del entorno.

35 El al menos un valor umbral se puede establecer de acuerdo con las directrices o legislación oficiales. Por ejemplo, en lo que respecta a la contaminación del plomo (Pb) en el aire, el valor umbral obligatorio en el aire es de 50 μg plomo/ m^3 . En el ejemplo con plomo más adelante, la legislación y las directrices oficiales establecen umbrales más altos siendo dichos umbrales más altos 50-75 μg plomo/ m^3 con el requisito del uso de un equipo de seguridad personal y el correspondiente chequeo de la salud de los trabajadores. El manganeso (Mn), que es un aditivo utilizado en fundiciones de metal para fundir el acero y aceros especiales, tiene un nivel umbral oficial de 0,1 mg/m^3 de aire para manganeso en forma transpirable y un nivel umbral de 0,2 mg/m^3 de aire para el manganeso en forma de humo, o polvo. El manganeso es muy tóxico y puede causar daños graves e irreparables en el cerebro y el sistema nervioso.

45 El al menos un resultado comparativo puede ser un valor que indique cuánto difiere la al menos una medición de al menos un valor umbral, o puede ser un valor booleano que indique si al menos una medición está dentro o no del intervalo definido por el al menos un valor umbral y una medición cuando no está en funcionamiento la fundición de metal. Cuando la al menos una medición es una medición directa, el al menos un valor umbral es normalmente un valor umbral superior, mientras que cuando la al menos una medición es una medición indirecta, el al menos un
50 valor umbral es normalmente un valor umbral inferior.

La búsqueda de al menos una instrucción en una tabla de consulta es rápida mientras que utilizar una función operativa en el resultado de al menos una comparación o la al menos una medida proporciona más instrucciones diferentes para una operación más exacta y mínima de al menos una máquina de fundición de metal.

55 La tabla de consulta puede comprender valores de medición donde cada valor de medición se correlaciona con una instrucción correspondiente. Las instrucciones correspondientes a un cierto valor de medición pueden haberse determinado empíricamente, examinando diferentes instrucciones para un determinado valor de medición de la perturbación del entorno e incluyendo en la tabla de consulta las instrucciones para reducir la perturbación del entorno que disminuye sobre todo la perturbación del entorno. La instrucción que se correlaciona con cierto valor de medición puede determinarse alternativamente analíticamente considerando cómo afectarían diferentes instrucciones a la perturbación del entorno.

65 Por otra parte, la instrucción correspondiente a un valor de medición determinado puede establecerse por la experiencia pasada, es decir, considerando si se ha ejecutado cierta instrucción, como por ejemplo aumentar el flujo

de agua a la máquina sacudidora, en el pasado, una hora antes, o un día antes del funcionamiento de la fundición de metales para la medición que se ha obtenido. Por tanto, cuando un operador o trabajador de la fundición de metales proporciona una instrucción para poner en funcionamiento la al menos una máquina de fundición de metales, la instrucción que corresponde al valor de medición en el momento en el que el operador o trabajador proporcionaron la instrucción, el operador o trabajador puede configurar esta instrucción que corresponde al valor de medición en la tabla de consulta para la instrucción.

Asimismo, las instrucciones de la tabla de consulta para un determinado valor de medición pueden ajustarse a las instrucciones prevaletientes al cesar el funcionamiento de la fundición de metales, para ese valor de medición determinado, de modo que la próxima vez que vuelva a comenzar el funcionamiento de la fundición de metales, lo haga con las instrucciones prevaletientes en el momento del cese del funcionamiento de la fundición de metales.

La obtención de instrucciones por parte de un trabajador u operador de la fundición de metales permite el manejo de perturbaciones del entorno excepcionales fuera de los valores de entrada permitidos en la tabla de consulta y la función. La instrucción obtenida por el operador o trabajador, junto con el valor de medición que impulsó la instrucción del trabajador u operador, puede almacenarse en la tabla de consulta para uso futuro.

La tabla de consulta puede comprender más de un umbral para cada valor de medición. Por lo tanto, se puede obtener una primera instrucción en un primer umbral que corresponde a un resultado de comparación que presenta una pequeña desviación del valor de medición. Esta primera instrucción puede tener como resultado un pequeño cambio de funcionamiento de la fundición de metales. En un segundo umbral, que corresponde a un resultado de comparación que presenta una gran desviación del valor de medición, una segunda instrucción obtenida tiene como resultado un gran cambio en el funcionamiento de la máquina de fundición de metal. La segunda instrucción puede obtenerse por ejemplo del operador o trabajador de la fundición de metales.

En algunas realizaciones del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, el método comprende además las etapas de:

Obtener información sobre el funcionamiento de la fundición de metales y utilizar la información para obtener al menos una instrucción.

La información puede comprender por ejemplo la tasa de producción de la fundición de metales prevista, el tipo de molde utilizado en la fundición de metales, el número de moldes transportador de moldes, el peso de cada molde, ya estén en marcha o no la máquina de moldeo y el transportador de moldes, etc.

Esta información se puede utilizar para obtener instrucciones que ponen en funcionamiento proactivamente las máquinas de fundición de metales. Por ejemplo, el valor de medición de la contaminación del aire/polvo en la máquina sacudidora puede reflejar el bajo valor de la contaminación del aire durante una pausa en el funcionamiento. Para reducir el impacto del entorno, el método trata de reducir aún más el consumo de agua. Cuando el funcionamiento está en pausa, no se suministran moldes a la máquina sacudidora, por lo tanto, la máquina sacudidora no crea polvo, lo cual permite desconectar completamente el consumo de agua en última instancia. Con esta información, en este caso, con la información de que ha vuelto a comenzar el funcionamiento, por ejemplo, por que los moldes que se están produciendo están siendo recibidos por la máquina de moldeo, el suministro de agua a la máquina sacudidora puede activarse proactivamente para que haya ya un suministro de agua a la máquina sacudidora cuando se suministra el primer molde una vez que han vuelto a comenzar las operaciones. De esta forma se puede evitar que se libere polvo de una manera repentina del primer molde y el correspondiente pico de contaminación del aire antes de que se haya detectado la contaminación del aire y se reanude el suministro de agua a la máquina sacudidora.

La información se puede obtener de un ordenador de control y/o de un sensor de operaciones asociado con las correspondientes máquinas de la fundición de metales.

La información se puede usar como una entrada adicional de la al menos una medición para modular la instrucción obtenida, o se puede usar para obtener una instrucción diferente a la obtenida únicamente sobre la base de la medición.

La información también se puede utilizar para establecer las instrucciones en la tabla de consulta o para establecer umbrales. Esto puede resultar en un funcionamiento más proactivo de la fundición de metales.

Esta información puede comprender por ejemplo información, como la velocidad actual de una máquina de fundición de metales, que se puede derivar de los valores de medición o instrucciones actualmente ejecutadas para otras máquinas de fundición de metales. Por lo tanto, esta información se puede obtener, por ejemplo, de la máquina de moldeo, analizando la instrucción utilizada actualmente para poner en funcionamiento la máquina de moldeo. Esta información puede comprender, por ejemplo, el número de moldes formados por hora. Esta información puede utilizarse después para establecer de manera proactiva en la tabla de consulta una instrucción para la máquina sacudidora, sabiéndose de la experiencia pasada que esta instrucción es adecuada para mantener la contaminación

del aire dentro de los umbrales.

Por lo tanto, la tabla de consulta puede comprender más de un parámetro de entrada para cada instrucción. Por ejemplo, la tabla de consulta puede incluir una primera entrada para el valor de medición de la perturbación del entorno, en este caso, la contaminación de polvo/aire causada por las máquinas sacudidoras. La tabla de consulta puede comprender además una segunda entrada para el número de moldes por hora que se está haciendo, siendo el número de moldes por hora un ejemplo de la información sobre el funcionamiento de la fundición de metales. Esta primera y segunda entrada se puede priorizar, por ejemplo, de modo que durante la primera hora de funcionamiento la máquina sacudidora se pueda poner en funcionamiento utilizando una instrucción que se correlaciona con el valor de polución en las máquinas sacudidoras. De este modo puede conseguirse un funcionamiento mejor y más robusto de las máquinas de fundición de metal.

La información sobre el funcionamiento de la fundición de metales se puede utilizar para obtener instrucciones de máquinas de fundición de metales tales como compresores para aire presurizado. En este caso, la información puede comprender el requerimiento total de aire a presión para las máquinas de fundición de metales en la fundición de metales. La información puede comprender además medidas de presión para el depósito de aire presurizado del compresor.

Con respecto a la contaminación del aire, la información sobre cuándo debe iniciarse la producción se puede utilizar para obtener una instrucción para iniciar un sistema de ventilación o filtro del aire antes del inicio real del funcionamiento de la fundición de metales.

Otra información sobre si una máquina de moldeo está funcionando o no para obtener instrucciones para detener una máquina de fundición de metales, como una máquina sacudidora o un transportador de moldes, si la máquina de moldeo no produce moldes, lo que ahorra dinero y recursos. En este caso, la información sobre el funcionamiento de la fundición de metales se puede obtener directamente desde el ordenador de control o mediante sensores del funcionamiento conectados a la máquina de moldeo.

Del mismo modo, la información sobre el funcionamiento de la fundición de metales se puede utilizar para controlar la iluminación de la fundición de metales para evitar iluminar la fundición de metales si la fundición de metales no está en funcionamiento.

Cuando se conocen las metas de producción a largo plazo y están comprendidas en la información, esta información se puede usar para obtener instrucciones para al menos una máquina de fundición de metales para hacer que la al menos una máquina de fundición de metales funcione a la velocidad más baja, permitiendo a pesar de ello que se consiga la producción requerida.

Si la Información, o la al menos una medición, comprende una temperatura del aire, esta temperatura del aire se puede usar para precalentar un conducto de extracción de aire para que el aire caliente de la fundición de metales no se condense en el conducto de extracción causando la agregación de arena o polvo en el conducto de extracción. Dichas agregaciones son difíciles de eliminar, por lo que es deseable prevenir la formación de dichos agregados.

Asimismo, la información sobre el funcionamiento de la fundición de metales puede usarse para reducir el ruido al poner en funcionamiento la máquina de moldeo y el transportador de moldes a una velocidad más baja.

La información sobre el funcionamiento de la fundición de metales también se puede recoger de los sensores de funcionamiento, como los sensores de vibración, que pueden usarse para advertir sobre un posible fallo, según se diagnostica por vibraciones, de la al menos una máquina de fundición de metal. Esto aumenta la longevidad de la máquina de fundición de metal. También se pueden utilizar sensores de calidad del aceite para medir y analizar el aceite lubricante o hidráulico para poner en funcionamiento las máquinas de fundición de metales para evitar su fallo.

Otros sensores de funcionamiento incluyen sensores de imagen para obtener información sobre la calidad del molde. Es posible utilizar imágenes hiperespectrales con el uso de sensores hiperespectrales para medir la contaminación del aire causada por el polvo y/o sustancias químicas.

La realización de acuerdo con la reivindicación 5 es ventajosa, ya que en esta realización se optimiza el funcionamiento de la fundición de metales, de modo que se minimiza la cantidad total de perturbaciones del entorno. La primera suma y la segunda suma pueden formarse multiplicando cada una de las correspondientes medidas de las perturbaciones del entorno con una constante para obtener una unidad común para el valor de las sumas. Esta unidad puede ser, por ejemplo, coste o energía. La unidad común puede no tener dimensión dividiendo cada medición con una medición base. Por ejemplo, un nivel de ruido en dB puede dividirse por una medición base de 100 vatios. De manera similar, una medición de potencia en vatios puede dividirse por una medición base de 1000 vatios. El valor de la medición base para cada medición se puede utilizar para ponderar el impacto que cada perturbación del entorno debería tener en la suma de la perturbación del entorno. Por lo tanto, si el valor de la

medición de la base es pequeño, la perturbación del entorno correspondiente contribuirá a la suma de las perturbaciones del entorno y viceversa.

5 Para hacer la suma de las perturbaciones del entorno, se deberá establecer un valor de coste de cada medición base para que refleje el coste asociado con el funcionamiento de la fundición de metales en la cantidad de perturbación del entorno correspondiente que se mida. Por ejemplo, con respecto a la potencia, el valor de la medición base es el coste de cada vatio-hora de potencia que se consume. Igualmente, el valor de la medición base para el uso de agua es el coste por m³ de agua consumida. Las aguas residuales que se han liberar a una planta de tratamiento de aguas residuales municipal conlleva de forma similar un coste por m³. Los filtros utilizados en los dispositivos de filtración de aire, para filtrar el aire contaminado también conllevan un coste por m³ de aire filtrado y la cantidad de contaminación en el aire.

15 En lugar de tener una única medición base constante para cada perturbación del entorno cuando se hace el cómputo de la primera suma, se puede establecer una función base para cada perturbación del entorno. La función base toma como entrada el valor de medición de la perturbación del entorno correspondiente y devuelve un número adimensional o un coste. De hecho, una medición base, tal como se ha descrito representa una función base sencilla. Una función base más complicada puede comprender una relación cuadrática, polinómica, lineal, exponencial u otra entre la medición y el coste. La función base puede ser más discontinua, como por ejemplo en el caso de una función base para el ruido en el que los niveles de ruido por debajo de un primer umbral no conllevan costes, los niveles de ruido por encima del primer umbral y por debajo de un segundo umbral tienen como resultado un coste moderado basado en el coste de proporcionar a los trabajadores protecciones auriculares, y el ruido por encima del segundo umbral conlleva un alto coste basado en la necesidad de interrumpir el funcionamiento de la fundición de metales, con la consiguiente pérdida de ingresos debido a la violación de las leyes del entorno laboral.

25 Un ejemplo más de una función base discontinua es el coste de la energía eléctrica, donde el coste por vatio puede ser diferente para diferentes momentos del día y de la noche. Dicho coste diferenciado de la energía eléctrica influirá en el funcionamiento de la fundición de metales. Un ejemplo relacionado con la reducción al mínimo de la contaminación del aire comprende aumentar la potencia de los ventiladores en una unidad de ventilación durante la noche cuando la energía eléctrica es barata, lo cual permite disminuir el suministro de agua a la máquina sacudidora y reducir así el coste del agua. Durante el día, cuando la energía eléctrica es cara, se reduce la energía eléctrica de los ventiladores y se aumenta el suministro de agua a la máquina sacudidora. Tanto en el funcionamiento nocturno como en el funcionamiento diurno se reduce al mínimo la contaminación del aire al mismo tiempo que se aprovecha el menor coste de la energía eléctrica por la noche.

35 La etapa vi puede comprender además obtener al menos una instrucción previa, asociándose la instrucción anterior con el estado de la al menos una máquina de fundición de metales en la que se obtiene al menos una medición, almacenando la al menos una instrucción previa, y siempre que la estimación de la segunda suma es mayor que la primera suma que causa que al menos una instrucción obtenida en la etapa ii sea idéntica a la al menos una instrucción previa antes de realizar la etapa iii.

40 Esto asegura que si la estimación de la segunda suma es mayor que la primera suma, se utiliza la al menos una instrucción previa para poner en funcionamiento la al menos una máquina de fundición de metales.

45 La estimación puede obtenerse modelando la al menos una máquina de fundición de metales utilizando una correlación empírica o analítica o lógica entre la medición de la al menos una perturbación del entorno y esa al menos una instrucción.

50 Una correlación empírica entre la medición de la al menos una perturbación del entorno y la al menos una instrucción puede determinarse por ejemplo empíricamente poniendo en funcionamiento las máquinas de fundición de metales empleando diferentes instrucciones, en el caso de un transportador de molde a diferentes velocidades, y para cada instrucción midiendo y almacenando los valores de las perturbaciones del entorno. En el caso de un transportador de moldes, se pone en marcha el transportador de moldes a diferentes velocidades y se mediría y almacenaría el ruido producido a cada velocidad. Las mediciones pueden servir para construir una tabla de consulta o, alternativamente, pueden servir como datos para hacer una regresión lineal u otra adecuada para su uso en una función tomando como entrada una instrucción y proporcionando como salida la cantidad de perturbación del entorno producida cuando se pone en funcionamiento la máquina de fundición de metales aplicando la instrucción.

60 Un caso de correlación analítica o lógica entre la medición de la al menos una perturbación del entorno y la al menos una instrucción se puede encontrar, por ejemplo, para el consumo de agua en la máquina sacudidora, ya que en este caso la instrucción de aumentar el suministro de agua con un 50 % da como resultado lógicamente un aumento del consumo de agua en un 50 %.

65 Por lo tanto, una vez que se ha obtenido la al menos una instrucción, se utiliza dicha al menos una instrucción en la tabla de consulta, la regresión o la función mencionadas para obtener la correspondiente medición de la al menos una perturbación del entorno. La segunda suma puede calcularse obteniendo el coste o la cantidad de la perturbación del entorno utilizando la medición de base o la función base mencionadas.

La reivindicación 6 define diferentes perturbaciones del entorno. La contaminación del aire puede ser contaminación del aire debido al polvo, arena fina, finos minerales, vapores químicos, gotas de metal, vapores de metal, etc. El calor puede comprender aire caliente, vapor caliente y fluidos calientes. El ruido puede incluir sonido, vibraciones, etc. Las emisiones de CO₂ pueden comprender las emisiones de CO₂ que se producen directamente de la máquina de fundición de metales y/o emisiones de CO₂ que se producen indirectamente a través del uso de energía de la máquina de fundición de metal. El consumo de energía comprende la energía consumida por la máquina de fundición de metales. El consumo de agua comprende el agua consumida por la máquina de fundición de metales. Los residuos de producción comprenden residuos en forma de arena verde que no se puede reutilizar, piezas moldeadas defectuosas que deben desecharse o fundirse, metal sobrante del vertido de metal fundido, etc. Otras perturbaciones del entorno incluyen corrientes de aire y chorros de aire, liberación de aire presurizado, etc., de la máquina de fundición de metal.

La reivindicación 7 define diferentes instrucciones. El control de la velocidad de la máquina de fundición de metales puede comprender reducir la velocidad lo cual, dependiendo de la máquina de fundición de metales, reduce el ruido, la contaminación del aire, el consumo de energía, el consumo de agua y/o las emisiones de CO₂. Controlar el suministro de agua a la máquina de fundición de metales puede comprender aumentar el flujo de agua causando una reducción en la formación de polvo, reduciendo así la contaminación del aire. El control de la lubricación de la máquina de fundición de metales puede comprender agregar lubricación a la máquina de fundición de metales causando una reducción en el consumo de energía. Los medios de control para contrarrestar la perturbación del entorno pueden comprender ventiladores de control, entradas de aire fresco, filtros, depuradores del aire, etc., para reducir la contaminación del aire, controlar un acondicionador de aire para reducir el calor, etc.

La reivindicación 8 y define una realización preferente del método de acuerdo con la presente invención. El intercambiador de calor no solo reduce el calor absorbiéndolo, sino que también hace que el calor disponible para reutilizarlo para calentar otras partes de la fundición de metales o para generar electricidad.

Preferentemente, el intercambiador de calor está montado sobre una máquina de fundición de metales, tal como un transportador de moldeo, un horno de fusión, un horno de colada o línea de moldeo para absorber el calor del metal fundido en los moldes.

Además, la máquina de fundición de metales encima de la cual o en relación a la cual se puede colocar el intercambiador de calor para absorber el calor incluye unidades de vertido calentadas y si calentar, como las cucharas de colada.

Por lo tanto, la presente invención también proporciona que la energía puede reutilizarse desde un transportador de moldeo, un horno de fusión, un horno de colada o una línea de moldeo absorbiendo el calor del metal fundido en los moldes y utilizando este calor para calefacción o generación de electricidad, a través de una turbina, al tiempo que la absorción del calor también proporciona un mejor entorno, es decir, menos caliente, para los trabajadores u operadores de la fundición de metales.

Preferentemente, la energía absorbida por el intercambiador de calor se utiliza para alimentar las máquinas de fundición de metales y/o las máquinas de ventilación que proporcionan ventilación para la fundición de metales.

En una realización preferente del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, la medición y/o el resultado de la comparación pueden mostrarse en la máquina de metal a máquina, en una impresión o pantalla de ordenador, en una impresora central o pantalla de ordenador, o a distancia en un ordenador, PDA o Smartphone. Esto es ventajoso ya que permite al trabajador u operador de la fundición de metales estar informado acerca del entorno y de las mediciones de las perturbaciones del entorno.

Al menos uno de los objetos anteriores, o al menos uno de los objetos adicionales que se pondrán de manifiesto a la luz de la siguiente descripción son de acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención que se consiguen según el sistema de acuerdo con la reivindicación 9.

El sistema de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención realiza el método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención.

Preferentemente, se coloca al menos un sensor en la proximidad de la al menos una máquina de fundición de metal; sin embargo, también se puede colocar dentro de la al menos una máquina de fundición de metales, asociada con un recurso requerido por la al menos una máquina de fundición de metales, en la fundición de metales, o fuera de la fundición de metal.

El al menos un sensor puede ser un sensor de calidad del aire, como un sensor de CO₂ y un sensor de O₂, un sensor de O₃, un sensor de contenido de polvo, un sensor de humo, un sensor de gas, un sensor de humedad relativa, un sensor de flujo de aire.

El al menos un sensor puede comprender además un sensor de calor, como por ejemplo un sensor de temperatura o un sensor de calor radiante (IR).

5 El al menos un sensor puede comprender además un sensor de flujo, como por ejemplo un sensor de flujo o uso de agua, un sensor de flujo o uso de arena verde, etc.

El al menos un sensor puede comprender además un sensor de potencia (medición de la energía eléctrica utilizada por una máquina de fundición de metal).

10 El al menos un sensor puede comprender un micrófono o medidor de sonido para medir el ruido. Además, el sensor puede ser un sensor de vibración para medir vibraciones.

15 El al menos un sensor puede ser un transductor de presión o extensómetro para medir las presiones y fuerzas presentes entre la parte de las máquinas de fundición de metales y/o entre los moldes y las máquinas de fundición de metales.

20 El al menos un sensor puede ser un sistema visual para obtener y procesar imágenes de máquinas de fundición de metales, detalles de máquinas de fundición de metales, moldes, piezas moldeadas, arena, etc. El al menos un sensor puede comprender además un sensor de campo eléctrico o un sensor de campo magnético.

25 El al menos un sensor puede ser una balanza para pesar la chatarra de producción o los residuos de arena verde. El al menos un sensor puede comprender adicionalmente un PDA, un ordenador o Smartphone utilizado por un trabajador para proporcionar manualmente una medición, por ejemplo, la calidad del aire subjetiva que experimentan los trabajadores u operadores o la cantidad acabado de las piezas, es decir, el tratamiento manual de las piezas moldeadas, como por ejemplo, cortado, chorro de arena y pulido.

El al menos un sensor puede estar conectado a un ordenador central ya sea de forma inalámbrica o por cable.

30 El al menos un sensor está configurado para obtener al menos una medición de la al menos una perturbación del entorno. Esto significa que el al menos un sensor es adecuado para obtener al menos una medición de la al menos una perturbación del entorno.

35 El ordenador de control está configurado para obtener al menos una medición y al menos una instrucción. Esto significa que el ordenador de control es adecuado para obtener al menos una medición y al menos una instrucción.

40 El ordenador de control puede ser un servidor o un ordenador personal que ejecuta un programa, de manera que el ordenador esté configurado para realizar las tareas definidas en la reivindicación 9. El ordenador central puede albergar un servidor o sitio para desplegar y facilitar la información de la medición y/o el resultado de la comparación a los trabajadores u operadores locales o remotos de la fundición de metales. El ordenador de control puede comprender una pantalla para desplegar la información de la medición y/o el resultado de la comparación a los trabajadores u operadores de la fundición de metales.

45 Preferentemente, el ordenador de control está configurado además, o es adecuado para, comunicar la al menos una instrucción al dispositivo de control.

50 El al menos un dispositivo de control puede comprender cualquier dispositivo para poner en funcionamiento la al menos una máquina de fundición de metales utilizando la al menos una instrucción. Entre los ejemplos se incluyen una válvula accionada electrónicamente o neumáticamente, un controlador de velocidad electrónico para controlar la velocidad de una máquina de fundición de metales, una bomba de lubricación controlada electrónicamente, un relé electrónico para activar un dispositivo de limpieza de aire o de acondicionamiento del aire, etc.

55 El ordenador de control puede configurarse para obtener la al menos una instrucción estando configurado para realizar el método de acuerdo con la reivindicación 4, tal como se define en la reivindicación 4 y se describe en relación con la reivindicación 4.

En algunas realizaciones, el ordenador de control está configurado además para obtener información sobre el funcionamiento de la fundición de metales y para utilizar la información al obtener la al menos una instrucción.

60 El ordenador de control, por ejemplo, puede estar configurado para almacenar o acceder a la tasa de producción prevista de la fundición de metales, el tipo de molde utilizado en la fundición de metales, el número de moldes en el transportador de moldes, el peso de cada molde, ya estén en marcha o no la máquina de moldear y el transportador de moldes, etc.

65 En algunos casos, el sistema de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención puede comprender al menos un sensor de operaciones configurado para obtener al menos parte de la información. El sensor de operaciones puede comprender, por ejemplo, un detector de movimiento, para detectar el movimiento del

transportador de moldes, un sensor de peso para determinar el peso de un molde, un sensor de imagen para detectar a los trabajadores en la fundición de metales. El sensor de operaciones puede estar asociado a una máquina de fundición de metales o, alternativamente, el ordenador de control puede configurarse para obtener la información directamente de una máquina de fundición de metal.

5 El ordenador de control puede estar configurado para usar la información en cuanto a una entrada adicional a la al menos una medición para modular la instrucción obtenida. En algunos casos el ordenador de control puede estar configurado para evitar la ejecución de la instrucción obtenida hasta que la información muestra que se cumple un criterio, por ejemplo, que la producción está en marcha.

10 Otros sensores de funcionamiento incluyen sensores de vibración, sensores de calidad de aceite, sensores de imagen, sensores de humedad y sensores hiperspectrales.

15 Una realización preferente del sistema de acuerdo con la presente invención se define en la reivindicación 10. En general, las fundiciones de metal comprenden una primera pluralidad de máquinas de fundición de metales que producen una segunda pluralidad de perturbaciones del entorno, por lo que las realizaciones de acuerdo con la reivindicación 10 son ventajosas ya que disminuyen la cantidad total de perturbaciones del entorno.

20 La quinta pluralidad puede ser mayor que la segunda pluralidad donde más de un sensor está configurado para obtener una medición de la misma perturbación del entorno.

La sexta pluralidad puede ser menor que la cuarta pluralidad donde al menos uno de los dispositivos de control puede manejar más de una instrucción.

25 En correspondencia con el método de acuerdo con la reivindicación 1, el ordenador de control puede estar configurado para obtener un orden de prioridad para las perturbaciones del entorno para priorizar las instrucciones si hay más de una perturbación del entorno y más de una instrucción.

30 La realización preferente del sistema de acuerdo con la presente invención definida en la reivindicación 11 reduce al mínimo el impacto en el entorno.

35 Pueden implementarse en el hardware o el software el módulo de suma, el módulo de modelado y el módulo de control. El ordenador de control está configurado preferentemente para realizar el método de acuerdo con la reivindicación 5, tal como se define en la reivindicación 5 y se describe en relación con la reivindicación 5 anterior.

La fundición de metales, tal como se define en la reivindicación 12 tiene un menor impacto en el entorno.

La fundición de metales, tal como se define en la reivindicación 13 tiene un impacto en el entorno aún menor.

40 El sistema de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención es especialmente adecuado para una fundición de metales de arena verde, tal como se define en la reivindicación 14.

45 La realización preferente de la fundición de metales, tal como se define en la reivindicación 15, proporciona un impacto en el entorno aún menor al reutilizar el calor de las máquinas de fundición de metales.

Los medios para convertir el calor absorbido por el intercambiador de calor pueden incluir un termopar, una turbina de vapor, una bomba de calor, etc. La energía puede ser energía de calor o energía eléctrica, etc.

50 El intercambiador de calor, tal como se define en la reivindicación 15 se puede usar en una fundición, tal como se define en la reivindicación 15, sin el sistema de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención.

55 Por tanto una fundición de metales que comprende cualquiera entre un transportador de moldes, una unidad de vertido, un horno de fundición, un horno de colada o una línea de moldeo, puede comprender un intercambiador de calor colocado para absorber el calor de cualquiera entre dichos transportador de moldes, unidad de vertido, horno de fundición, horno de colada o línea de moldeo y la fundición de metales puede comprender además medios para convertir el calor absorbido por el intercambiador de calor en energía para poner en funcionamiento la fundición de metales y las máquinas de fundición de metales en la fundición de metales.

60 La invención y sus muchas ventajas se describirán más detalladamente a continuación con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, que presentan con fines ilustrativos algunas realizaciones no exhaustivas, y en los que:

La Figura 1 presenta una fundición de metales que comprende un sistema de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención para poner en funcionamiento la fundición de metales de acuerdo con el método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención;

65

La Figura 2 presenta el sistema según el segundo aspecto de la presente invención y su conexión a un ejemplo de máquina de fundición de metales, y

La Figura 3 presenta diagramas de flujo de realizaciones del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención.

En la siguiente descripción, un superíndice en números romanos que se añade un número de referencia indica que el elemento al que se hace referencia tiene la misma función o función similar a la del elemento designado como el número de referencia sin superíndice, pero que difiere en su estructura.

Cuando se presentan realizaciones adicionales de la invención en las figuras, los elementos que son nuevos, en relación con las realizaciones presentadas anteriormente, tienen nuevos números de referencia, al tiempo que se hace referencia a los elementos presentados anteriormente tal como se ha indicado anteriormente. A los elementos que son idénticos en las diferentes realizaciones se les han dado los mismos números de referencia y no se darán más explicaciones de estos elementos.

La Figura 1 presenta una fundición de metales, designada en su totalidad con el número de referencia 2. La fundición de metales 2 comprende una pluralidad de máquinas de fundición de metales, tal como se describe a continuación. Una primera máquina de fundición de metales es una máquina que proporciona almacena y proporciona arena verde 10 que comprende un silo 12 para retener arena verde, un elevador 14 para recibir arena extraída y transportarla al silo 12, una pantalla 16 para acondicionar y clasificar arena, un mezclador de arena 18 para mezclar la arena y un dispositivo de medición de arena 20 para proporcionar un flujo controlado de la arena verde a un transportador o 22.

La arena verde se suministra desde la máquina que almacena y proporciona arena verde 10 A través del transportador 22 a una segunda máquina de fundición de metales que es una máquina vertical de moldeo de arena verde 30. La máquina vertical de moldeo de arena verde 30 recibe la arena verde con una tolva o una unidad de suministro de arena 32 y conforma las arenas verdes en el molde presionando un disparo de arena verde entre un par de placas patrón (no se muestran). Cuando es necesario conformar un hueco en la pieza de moldeo, se puede unir un macho (no se muestra) a uno o ambos lados del molde de arena verde 34 que sale de la máquina vertical de moldeo de arena verde 30. El macho se produce a partir de arena verde u otros materiales en una tercera máquina de fundición de metales que es una máquina disparadora de macho 40.

Una vez que ha salido el molde de arena verde 34 de la máquina vertical de moldeo de arena verde 30, se pasa a una línea en crecimiento de moldes de arena transportada por una cuarta máquina de fundición de metales que es un transportador de molde de 50. Dos moldes de arena verde 34, cuando se colocan juntos, forman entremedias una cavidad de moldeo para recibir metal fundido.

A continuación, se vierte el metal fundido a través de una unidad de vertido, como una cuchara de fundición (no se muestra) en las cavidades del molde formadas por la matriz de los moldes de arena verde 34 presentes en el transportador de molde 50.

Durante el vertido, las cenizas de la combustión de los componentes del molde de arena verde 34 pueden escapar al aire y, por lo tanto, estas cenizas suponen la contaminación del aire producida cuando se ponen en marcha el transportador del molde 50 y/o la unidad de vertido.

Hay un intercambiador de calor 52 colocado sobre el transportador 50 para recibir parte del calor emitido por el metal fundido en los moldes de arena verde 34. El intercambiador de calor 52 puede incluir una cubierta alargada para recoger el aire caliente que se eleva desde los moldes de arena verde 34 sobre el conector 50 y el tubo colocado dentro de la cubierta, a través del cual se pasa un fluido de intercambiador de calor para ser calentado por el aire caliente. El fluido calentado se puede usar para accionar una turbina para convertir el calor del aire caliente en energía eléctrica mediante un generador conectado a la turbina. Alternativamente, el fluido calentado puede utilizarse para calentar otras partes de la fundición de metales o para proporcionar vapor para las máquinas de la fundición de metal. La energía eléctrica también se puede utilizar para alimentar las máquinas de fundición de metales.

Una vez solidificado el metal fundido, se deposita el molde de arena verde en una quinta máquina de fundición de metales que es una máquina sacudidora 60. La máquina sacudida 60 hace que los moldes de arena verde 34 se separen y se rompan, de modo que se retiran los moldes de arena verde 34 de las piezas moldeadas. Se añade agua a través de rociadores, uno de los cuales está designado con el número de referencia 62.

La máquina sacudidora 60 pasa luego las piezas moldeadas y los moldes de arena verde 32 a una sexta máquina de fundición de metales que es un enfriador de arena 70 que comprende un tambor 72 a través del cual se conducen las piezas moldeadas y los moldes de arena verde 34. Se añade agua al tambor 72 para eliminar más la arena verde de las piezas moldeadas y para descomponerla más y enfriar la arena verde. El agua humedece aún más la arena y reduce la contaminación del aire en forma de arena y polvo que se produce al poner en marcha el

5 enfriador de arena 70. El enfriador de arena 70 también enfría las piezas moldeadas. El enfriador de arena 70 incluye además un desintegrador para descomponer aún más la arena en granos individuales antes de que la arena verde pase a una séptima máquina de fundición de metales que es un tercer transportador 80 que transporta la arena de nuevo a la máquina de almacenamiento y provisión de arena verde 10 para su reutilización. El tercer transportador 80 comprende además un separador magnético 82 para eliminar cualquier partícula de hierro o acero que pueda estar presente en la arena verde.

10 Después de pasar a través del enfriador de arena 70, las piezas moldeadas pasan a una octava máquina de fundición de metales que es la máquina de limpieza y tratamiento de la pieza moldeada 90 en la que se siguen limpiando las piezas moldeadas y eliminando cualquier residuo de arena, se enfrían y se recogen para continuar el procesamiento.

15 Con respecto a las perturbaciones del entorno, la máquina que almacena y proporciona la arena verde 10, cuando se utiliza en el funcionamiento de la fundición de metales 2, produce polvo y ruido, por tanto, la contaminación del aire y el ruido son perturbaciones del entorno de esta máquina. Otras perturbaciones del entorno relacionadas con la máquina que almacena y proporciona arena verde y 10 son el consumo de agua y el consumo de energía.

20 La máquina vertical de moldeo de arena verde 30 y la máquina disparadora de machos 40, cuando se utilizan en el funcionamiento de la fundición de metales 2, también producen polvo y ruido, por tanto, la contaminación del aire y el ruido son perturbaciones del entorno para estas máquinas. Además, estas máquinas requieren energía, por lo tanto, el consumo de energía es también una perturbación del entorno para estas máquinas.

25 El transportador de molde 50, cuando se utiliza en el funcionamiento de la fundición de metales 2, requiere energía y genera ruido, por lo tanto, el uso de energía y el ruido son perturbaciones del entorno para esta máquina. Además, el calor del metal fundido en los moldes de arena verde 34 hace que los moldes verdes 34 emitan una gran cantidad de calor en el transportador de molde 50, por lo que el calor es una perturbación del entorno relacionada con esta máquina.

30 La máquina sacudidora 60 genera, cuando se utiliza en el funcionamiento de la fundición de metales 2, tanto polvo como ruido, por tanto la contaminación del aire y el ruido son perturbaciones del entorno para esta máquina. Además, esta máquina requiere consumo energía para funcionar y consumo agua para limitar la producción de polvo, perturbaciones del entorno para esta máquina,

35 El enfriador de arena 70 genera, cuando se utiliza en el funcionamiento de la fundición de metales 2, tanto el polvo como el ruido, por tanto la contaminación del aire y el ruido son perturbaciones del entorno para esta máquina. Para enfriar la arena verde y las piezas moldeadas y para limitar la formación de polvo, el enfriador de arena 70 utiliza agua, por lo que el uso de agua es un parámetro ambiental de esta máquina. Esta máquina también utiliza energía, por lo que el uso de energía también es una perturbación del entorno de esta máquina.

40 El tercer transportador 80 requiere energía para ponerse en marcha y genera polvo y ruido, por lo que el uso de energía, la contaminación del aire y el ruido son perturbaciones del entorno para esta máquina.

45 La máquina de limpieza y tratamiento de las piezas moldeadas 90 requiere energía para ponerse en marcha y genera ruido, por lo que el uso de energía y el ruido son perturbaciones del entorno para esta máquina.

50 La fundición de metales 10 comprende además un sistema, designado de forma global con el número de referencia 100 poner en funcionamiento la fundición de metal. El sistema 100 comprende un ordenador de control 110, una pluralidad de sensores de perturbaciones del entorno (no se muestran en la Figura 1) y una pluralidad de dispositivos operativos o dispositivos de control (no se muestran en la Figura 1). Los sensores de perturbación del entorno se distribuyen por toda la fundición de metales 10 y se colocan preferentemente próximos las máquinas de fundición de metal.

55 El ordenador de control 110 incluye una pantalla 112, cuyo uso se describirá en relación con las Figuras 2 y 3. El ordenador de control 110 puede comunicarse adicionalmente a través de la red 140 con un Smartphone 150 como se describirá más adelante.

La máquina vertical de moldeo de arena verde 30 que se presenta en la Figura 1 puede sustituirse por una máquina de moldeo de placa sin caja horizontal.

60 La máquina disparadora de machos 40 puede ser cualquiera entre una Cold-Box, Hot-Box, Croning, SO₂ o máquina disparadora de machos inorgánica.

65 La Figura 2 presenta el sistema 100 en relación con un ejemplo de máquina de fundición de metales, en este caso una máquina sacudidora 60. Se coloca un sensor de perturbación del entorno que es un sensor de calidad del aire 120 próximo a la máquina sacudidora 60 y se conecta ordenador de control 110 por cable o de forma inalámbrica. El sensor de calidad del aire 120 está colocado para medir la calidad del aire y, en consecuencia, cualquier

contaminación del aire causada por la máquina sacudidora 60.

El sistema 100 comprende además un dispositivo de control, conectado por cable o de manera inalámbrica al ordenador de control 110, para controlar el funcionamiento de la máquina sacudidora 80. En la figura 2, este dispositivo de control está integrado por una válvula controlable 130 que rige el suministro de agua a la máquina sacudidora 60.

Otros sensores de perturbación del entorno que comprende el sistema 100 incluyen el sensor de ruido 120^I, el sensor de calor 120^{II}, el sensor de consumo de energía 120^{III}, el sensor de consumo de agua 120^{IV} y el sensor de residuos de producción 120^V.

El ordenador de control 110 puede gestionar la medición y/o el resultado de la comparación a través de la red 140 al Smartphone 150 como se describe a continuación.

Aunque en la Figura 2 los correspondientes sensores, incluyendo entre otros el sensor de calidad del aire 120, están situados próximos a la máquina de fundición de metales, alternativamente, los sensores pueden estar situados separados de las máquinas de fundición de metales. En este caso, las máquinas de fundición de metales que producen determinada perturbación del entorno pueden ponerse en funcionamiento conjuntamente a través del ordenador de control 110.

El ordenador de control 110 puede incluir una interfaz de control para establecer valores de umbral y funciones para las correspondientes perturbaciones del entorno. El ordenador de control puede incluir además un servidor para alojar una interfaz de control para desplegar la información de las mediciones, los valores de umbral, las funciones y/o las instrucciones y para recibir comandos para configurar los valores de umbral, modificar o establecer las funciones o emitir instrucciones a través de la red 140, la red 140 puede comprender una red LAN, WLAN o WAN, como Internet.

El ordenador de control 110 comprende un almacenamiento de datos para almacenar continuamente mediciones, valores de umbral actuales y funciones y/o instrucciones en un archivo de registro. El ordenador de control proporciona preferentemente el archivo de registro para desplegarse en la pantalla 112 o en la interfaz de control.

El ordenador de control 110 puede programarse para desplegar una imagen en 2D o 3D de la fundición de metales y para desplegar las correspondientes medidas y los valores umbral, adyacentes a la máquina de fundición de metales correspondiente en la imagen.

El ordenador de control 110, preferentemente y tal como se muestra en la fig. 1, está situado en la fundición de metales 2. Sin embargo, alternativamente, el ordenador de control 110 puede estar situado a distancia de la fundición de metales 2. En este último caso, el ordenador de control puede estar situado en un edificio adyacente a la fundición de metales 2 o incluso más lejos, siempre y cuando los enlaces de comunicación adecuados, cableados o inalámbricos, interconecten el ordenador de control 110 con el sensor de calidad del aire 120 y la válvula controlable 130.

Si se desea, el ordenador de control 110 puede programarse para proporcionar una alarma, ya sea desplegando una señal visual en la pantalla 112, emitiendo un sonido utilizando un altavoz (no se muestra) o por correo electrónico y/o SMS, a un trabajador u operador de la fundición de metales 2 para alertar al trabajador u operador de la fundición de metales 2 cuando se desvía la medición, por ejemplo, por ser demasiado alta o demasiado baja, con respecto al valor umbral.

La Fig. 3A presenta un diagrama de flujo 200 de una realización del método realizado por el sistema 100. Las etapas se describen a continuación haciendo referencia al sistema 100 que se presenta en la Figura 2. En la etapa 210, el ordenador de control 110 obtiene una medición del sensor de calidad del aire 120. En la etapa 220, se compara esta medición con un valor umbral correspondiente a la máxima contaminación del aire permitida, es decir, la cantidad de polvo de arena en el aire. Si la cantidad de contaminación del aire está por encima del valor umbral, el método obtiene una instrucción en la etapa 230, instrucción que luego se comunica a la válvula controlable 130 para aumentar la cantidad de agua para reducir la formación de polvo en la máquina sacudidora 60. De esta manera se mantiene convenientemente la calidad del aire para los trabajadores.

Se envía un informe de estado que incluye la medición y/o el resultado a los trabajadores que utilizan las redes 140 y el Smartphone 150, o se despliega en la pantalla 112 en la etapa 240.

En caso de que la cantidad de contaminación del aire esté por debajo del valor umbral, el método puede volver directamente a la etapa 210 o, alternativamente, ir a la etapa 230, pero generar una instrucción que haga que la válvula 130 controlable permanezca como está.

Si el sistema 100 incluye un sensor de uso de agua situado de tal modo que mide el consumo de agua de la máquina sacudidora 60, el método 200 puede requerir además las etapas para medir, comparar y funcionar sobre la

base del consumo de agua. En este caso, el funcionamiento de la válvula controlable 130 que se ha descrito, para aumentar el flujo de agua para reducir la formación de polvo, puede tener como resultado el consumo de agua dirigido por el ordenador de control 110 usando el aumento sobre el valor umbral del sensor de consumo de agua para el consumo de agua. En este caso, el ordenador de control obtendrá una instrucción y la comunicará a la válvula controlable 130 para reducir el consumo de agua. El ordenador de control 110 está programado preferentemente para priorizar las perturbaciones del entorno de modo que se prioricen las que estén relacionadas con el entorno del trabajador y en última instancia, con la salud del trabajador. Por lo tanto, el ordenador de control 110 está programado preferentemente para mantener el uso del agua por debajo del valor umbral para el consumo del agua solo si la medición de la calidad del aire está por debajo del valor umbral para la calidad del aire. Por lo tanto, el método 200 puede comprender etapas para medir una pluralidad de perturbaciones del entorno, comparando las mediciones con una pluralidad de valores umbrales, generando una pluralidad de instrucciones priorizadas según la prioridad de la perturbación del entorno correspondiente a la Instrucción y poniendo en funcionamiento la máquina sacudidora 60 aplicando únicamente las instrucciones de máxima prioridad para cada tipo de instrucción.

El ordenador de control 110 puede programarse alternativamente para modificar las instrucciones asociadas a las perturbaciones del entorno que tengan prioridades más bajas para hacerlas inefectivas.

La Fig. 3B presenta un diagrama de flujo 200^I similar a la Fig. 3A, pero en esta realización, el consumo de energía del transportador de molde 50 se mide en la etapa 210^I y se compara con el valor umbral en la etapa 220^I. Si el consumo de energía es demasiado alto, se obtiene una instrucción para activar los medios para proporcionar lubricación al transportador de moldes en la etapa 230^I y se utiliza para poner en funcionamiento el transportador de moldes 50. Se envía un informe de estado que incluye la medición y/o el resultado de la comparación a los trabajadores a través de la red 140 y Smartphone 150, o a través del despliegue en pantalla 1 12 en la etapa 240^I.

La Fig. 3C presenta un diagrama de flujo 200^{II} similar al de la Fig. 3A que tiene las mismas etapas 210 y 220, pero, en esta realización, si la calidad del aire es demasiado mala, se envía al operador una alarma de diagnóstico en la etapa 250, al enviarse 150, y el operador, da instrucciones manualmente al ordenador de control 110 de aumentar el flujo de agua a la máquina sacudidora 60 en la etapa 260. Finalmente, se envía un informe de estado al ordenador de control para almacenamiento en la etapa 270.

La Fig. 3D presenta un diagrama de flujo 200^{III} similar al de la Fig. 3A tiene la misma etapa 210 pero en esta realización la instrucción se genera utilizando una función que se pone en funcionamiento sobre la calidad del aire, es decir, $f(A)$ en la etapa 220^{III}. En este caso se aplica la instrucción para ajustar el flujo de agua a la máquina sacudidora 60, en la etapa 230^{III}. $f(A)$ puede ser por ejemplo el flujo de agua $\sim k * \text{concentración de partículas en el aire}$ con k como constante. Por tanto, cuando aumenta la concentración de partículas en el aire, el flujo de agua también aumentará. Por lo tanto, la instrucción generada por función está configurada para causar una disminución de la concentración de partículas en el aire.

La Fig. 3E presenta algunos diagramas de flujo 200^{IV} de una realización del método realizado por el sistema 100. En la etapa 210^{IV} se obtiene una tercera pluralidad de mediciones de una segunda pluralidad de perturbaciones del entorno producidas por una primera pluralidad de máquinas de fundición de metales utilizando un quinto grupo de sensores como sensores 120, 120^I, 120^{II}, 120^{III}, 120^{IV} y 120^V. En la etapa 280, la suma de la tercera pluralidad de mediciones se determina representando la cantidad total de perturbación del entorno causada por la fundición de metales 2. Al determinar la suma se pueden usar constantes adecuadas para transformar las mediciones en una unidad común, como energía, coste, etc. La suma determinada en la etapa 280 se almacena en el sistema 100, por ejemplo, en el ordenador 110.

En la etapa 220^{III} se utiliza la segunda pluralidad de medidas; obtener una cuarta pluralidad de instrucciones para reducir las perturbaciones del entorno asociadas con la tercera pluralidad de mediciones. Estas instrucciones se utilizan después en la etapa 290 en un modelo de fundición de metales 2 para estimar la suma de perturbaciones del entorno que serían el resultado si se utilizaran las instrucciones obtenidas en la etapa 220^{III} para poner en funcionamiento las máquinas de la fundición de metales. Los principios de este modelo se han descrito anteriormente en relación con la reivindicación 5. En la etapa 300, esta suma estimada se compara con la suma almacenada determinada en la etapa 280 y siempre y cuando la suma estimada sea menor que la suma almacenada, se utilizan las instrucciones obtenidas en la etapa 220^{III} para poner en funcionamiento las máquinas de la fundición de metales en la etapa 230^{III}. Si la suma estimada es superior a la suma almacenada, el método vuelve a la 220^{III} para tratar de obtener mejores instrucciones. Si un segundo, o tercero o cuarto, etc., según lo establezca el operador de la fundición de metales 2, grupo de instrucciones sigue sin dar como resultado una suma estimada que sea menor que la suma almacenada, entonces, sale el método y vuela a la etapa 210^{IV}. El grupo de instrucciones segundo, tercero o cuarto puede obtenerse añadiendo un valor aleatorio a la otra pluralidad de instrucciones obtenidas en la etapa 220^{III} para tratar de encontrar una nueva suma mínima de perturbaciones del entorno.

Las instrucciones en la etapa 220^{III} se pueden obtener utilizando umbrales tal como se describe haciendo referencia a las Figuras 3A4B, utilizando la entrada del operador, tal como se describe haciendo referencia a la Figura 3G, o a través de una función, tal como se describe con referencia a la Figura 3D. Se pueden utilizar diferentes mediciones

de la tercera pluralidad de mediciones para obtener instrucciones de acuerdo con diferentes métodos, es decir, umbral, entrada manual, función.

- 5 Como alternativa a la que se presenta en la Figura 3D, se pueden dispensar las etapas 290 y 300 y la suma almacenada en la etapa 280 se puede utilizar simplemente como referencia o visualización para los trabajadores u operadores de la fundición de metales 2.

Lista de partes con referencia a las figuras

2 Fundición de metales
10 Máquina de almacenamiento y provisión de arena verde
12 Silo
14 Elevador
16 Pantalla
18 Dispositivo de medición de arena
20 Mezcladora de arena
22 Transportador
30 Máquina vertical de moldeo de arena verde
34 Molde de arena verde
40 Máquina disparadora de machos
50 Transportador de moldes
52 Intercambiador de calor
60 Máquina sacudidora
62 Cabezal de rociado
70 Enfriador de arena
72 Tambor
74 Desintegrador
80 Tercer transportador
82 Separador magnético 82
90 Máquina de limpieza y tratamiento de piezas moldeadas
100 Sistema
110 Ordenador de control
112 Pantalla
120 Sensor de calidad del aire
130 Válvula controlable
140 Red
150 Smartphone
200 Diagrama de flujo
210 Etapa del método
220 Etapa del método
230 Etapa del método
240 Etapa del método
250 Etapa del método
260 Etapa del método
270 Etapa del método
280 Etapa del método
290 Etapa del método
300 Etapa del método

REIVINDICACIONES

1. Un método (200) de funcionamiento de una fundición de metales (2), en particular, una fundición de metales de arena verde, para reducir el impacto en el entorno del funcionamiento de la fundición de metales (2), comprendiendo la fundición de metales al menos una máquina de fundición de metales (10), como al menos una entre una máquina de moldeo de arena verde vertical (30), un transportador de moldes (50), una máquina sacudidora (60) o un enfriador de arena (70), produciendo dicha al menos una máquina de fundición de metales (10) al menos una perturbación en el entorno cuando se utiliza en el funcionamiento de dicha fundición de metales (2), comprendiendo el método las etapas de:

- i. obtener al menos una medición de dicha al menos una perturbación del entorno (210).
- ii. obtener al menos una instrucción de dicha al menos una máquina de fundición de metales (10) sobre la base de dicha al menos una medición, configurándose dicha al menos una instrucción para causar una disminución de dicha al menos una perturbación del entorno (220), y
- iii. utilizar dicha al menos una instrucción para poner en funcionamiento dicha al menos una máquina de fundición de metales (230).

2. El método (200) de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo dicha fundición de metales (2) una primera pluralidad de dichas máquinas de fundición de metales (10, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90), realizándose el método para cada máquina de fundición de metales de dicha primera pluralidad de dichas máquinas de fundición de metales (10, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90).

3. El método (200^{IV}) de acuerdo con la reivindicación 2, produciendo dicha primera pluralidad de máquinas de fundición de metales (10, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90), una segunda pluralidad de perturbaciones del entorno cuando se utilizan en el funcionamiento de dicha fundición de metales (2), comprendiendo la etapa i, la obtención de una tercera pluralidad de mediciones (210^{II}) de dicha segunda pluralidad de perturbaciones del entorno, comprendiendo la etapa ii la obtención de una cuarta pluralidad de instrucciones (220^{III}) para dicha primera pluralidad de máquinas de fundición de metales, estando configurada dicha cuarta pluralidad de instrucciones para causar una disminución de dicha segunda pluralidad de perturbaciones del entorno y comprendiendo la etapa iii el uso de dicha cuarta pluralidad de instrucciones para poner en funcionamiento (230^{III}) dicha primera pluralidad de máquinas de fundición de metales (10, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90).

4. El método (200) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo la etapa de obtención de dicha al menos una instrucción la sub-etapa de:

una comparación de dicha al menos una medida con al menos un valor umbral para obtener al menos un resultado de comparación (220) y siempre que dicho al menos un resultado de comparación indique que dicha al menos una medición no está dentro del intervalo aceptable definido por dicho al menos un valor umbral, ya sea consultando dicha al menos una instrucción en al menos una tabla de consulta utilizando al menos un resultado de comparación, obtener dicha al menos una instrucción utilizando al menos un funcionamiento de función sobre dicho al menos un resultado de comparación o dicha al menos una medición (220^{II}) o comunicando dicho al menos un resultado de comparación o dicha al menos una medición al trabajador u operador de dicha fundición de metales para obtener dicha al menos una instrucción de dicho trabajador u operación de dicha fundición de metales,

o, alternativamente, la sub-etapa de:

b. computar dicha al menos una instrucción utilizando al menos un funcionamiento de la función sobre dicha al menos una medición (220^{II}).

5. El método (200^{IV}) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende las etapas de:

- iv. obtener una primera suma de dicha al menos una medición (280) de dicha al menos una perturbación del entorno antes de realizar la etapa III.
- v. obtener una estimación de una segunda suma de dicha al menos una medición (290) de dicha al menos una perturbación del entorno, basándose dicha estimación en una estimación de dicha disminución de dicha al menos una perturbación del entorno causada por la realización de la etapa iii utilizando dicha al menos una instrucción, y
- vi. comparar dicha primera suma de dicha estimación de dicha segunda suma (3000) y, cuando dicha estimación y dicha segunda suma es menos que dicha primera suma, realizar la etapa iii.

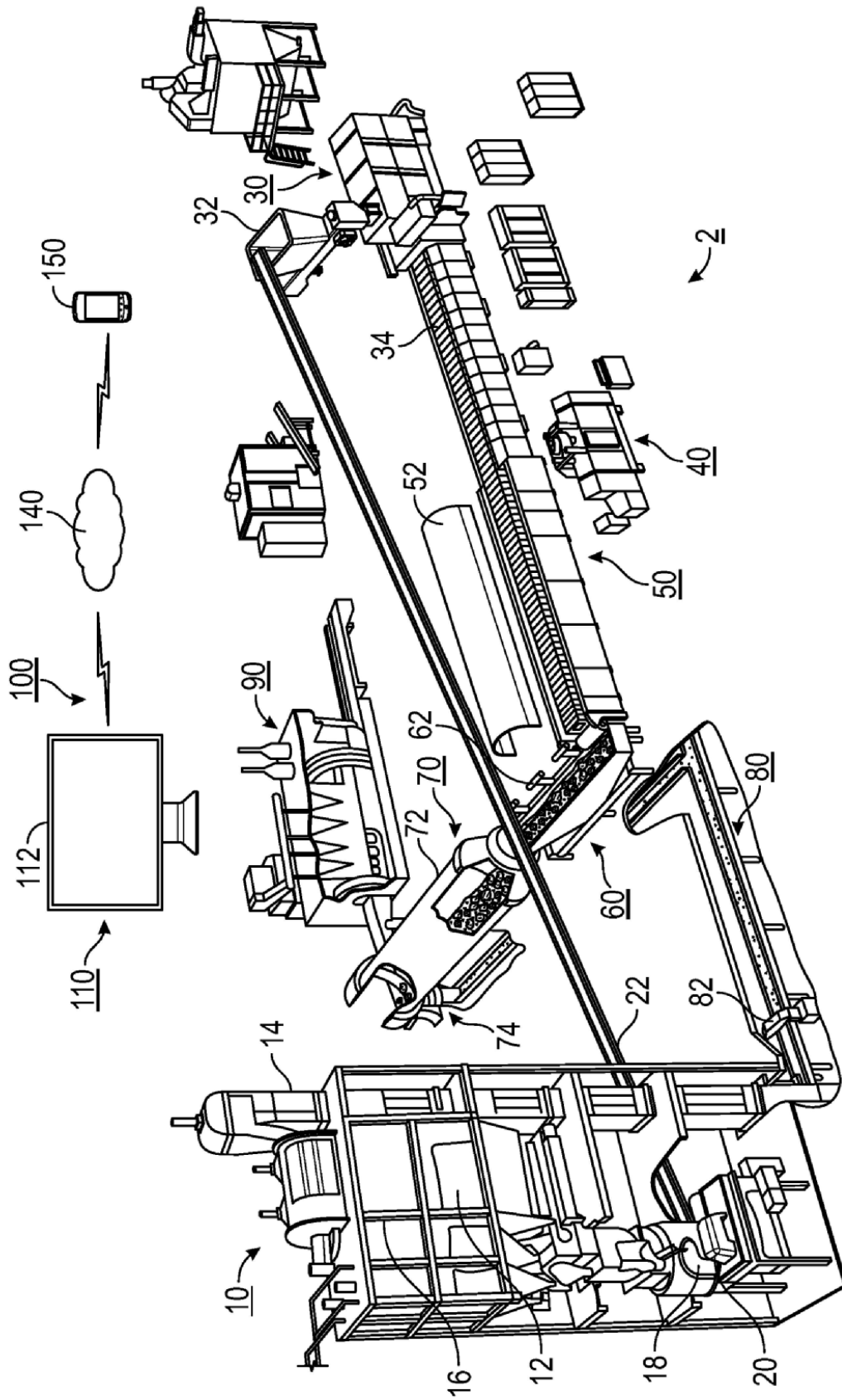
6. El método (200) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo dicha al menos una perturbación del entorno contaminación del aire, calor, ruido, emisiones de CO₂, consumo de energía, consumo de agua o residuos de producción.

- 5 7. El método (200) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo dicha al menos una instrucción una instrucción para controlar la velocidad de dicha máquina de fundición de metales (10), una instrucción para controlar el suministro de agua a dicha máquina de fundición de metales (10), una instrucción para controlar la lubricación de dicha máquina de fundición de metales (50) o una instrucción para controlar el funcionamiento de un medio (52) para contrarrestar dicha perturbación del entorno.
- 10 8. El método (200) de acuerdo con la reivindicación 7, comprendiendo dicho método para contrarrestar la perturbación del entorno uno cualquiera entre un intercambiador de calor (52) para absorber el calor, una unidad de ventilación para ventilar dicha fundición de metales y un filtro de polvo para atrapar el polvo.
- 15 9. Un sistema (100) para el funcionamiento de una fundición de metales (2) para reducir el impacto en el entorno del funcionamiento de la fundición de metales (2), comprendiendo la fundición de metales (2) al menos una máquina de fundición de metales (10), como al menos una máquina de moldeo de arena verde vertical (30), un transportador de moldes (50), una máquina sacudidora (60) o un enfriador de arena (70), produciendo dicha al menos una máquina de fundición de metales (10) al menos una perturbación del entorno cuando se utiliza en el funcionamiento de dicha fundición de metales (2), comprendiendo el sistema (100):
- 20 al menos un sensor (120) configurado para obtener al menos una medición de dicha al menos una perturbación del entorno
 un ordenador de control (110) configurado para obtener dicha al menos una medición, estando configurado dicho ordenador de control (110) además para obtener al menos una instrucción para dicha al menos una máquina de fundición de metales (10), sobre la base del resultado de dicha al menos una medición, estando configurada dicha al menos una instrucción para causar una disminución de dicha al menos una perturbación del entorno y
 25 un dispositivo de control (130) para poner en funcionamiento dicha al menos una máquina de fundición de metales (2) utilizando al menos una instrucción.
- 30 10. El sistema (100) de la reivindicación 9, comprendiendo dicha fundición de metales (2) una primera pluralidad de dichas máquinas de fundición de metales (10, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90), produciendo dicha primera pluralidad de máquinas de fundición de metales (10, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90) una segunda pluralidad de perturbaciones del entorno cuando se utilizan en el funcionamiento de dicha fundición de metales (2), comprendiendo el sistema además:
- 35 una quinta pluralidad de dichos sensores (120),
 estando configurado dicho ordenador de control (110) para obtener una tercera pluralidad de dicha medición, estando configurado además dicho ordenador de control (110) para obtener una cuarta pluralidad de dichas instrucciones de dicha primera pluralidad de máquinas de fundición de metales y
 una sexta pluralidad de dichos dispositivos de control (130) para poner en funcionamiento dicha primera pluralidad de máquinas de fundición de metales (10) utilizando dicha cuarta pluralidad de instrucciones.
- 40 11. El sistema (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-10, comprendiendo además dicho ordenador de control (10)
- 45 un módulo sumador para obtener una primera suma de dicha al menos una medición de dicha al menos una perturbación del entorno,
 un módulo modelador para obtener una estimación de una segunda suma de dicha al menos una medición de dicha al menos una perturbación del entorno, basándose dicha estimación en una estimación de dicha disminución de dicha al menos una perturbación del entorno causada por la operación de dicha al menos una máquina de fundición de metales utilizando dicha al menos una instrucción, y
 50 un módulo de comandos para poner en funcionamiento dicha al menos una máquina de fundición de metales (10) y/o dicho al menos un dispositivo de control (130) utilizando dicha al menos una instrucción si dicha estimación de dicha segunda suma es menos que dicha primera suma.
- 55 12. Una fundición de metales (2) que comprende al menos una máquina de fundición de metales (10), como al menos una máquina de moldeo de arena verde vertical (3), un transportador de moldes (50) una máquina sacudidora (60) y un enfriador de arena (70), produciendo dicha al menos una máquina de fundición de metales (10) al menos una perturbación del entorno cuando se utiliza en el funcionamiento de dicha fundición de metales (2), comprendiendo dicha fundición de metales (2) un sistema (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-11.
- 60 13. La fundición de metales (2) de acuerdo con la reivindicación 12, comprendiendo la fundición de metales (2) una primera pluralidad de máquinas de fundición de metales (10, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90), como una primera pluralidad de cualquiera entre una máquina de moldeo de arena verde vertical (30) un transportador de moldes (50), una máquina sacudidora (60) y un enfriador de arena (70), produciendo dicha primera pluralidad de máquinas de fundición de metales (10, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90) una segunda pluralidad de perturbaciones del entorno cuando
 65 se utilizan en el funcionamiento de dicha fundición de metales, comprendiendo además dicha fundición de metales un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-11.

14. La fundición de metales (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12-13, siendo dicha fundición de metales (2) una fundición de metales de arena verde.

5 15. Una fundición de metales (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12-14, comprendiendo dicha fundición de metales (2) cualquiera entre un transportador de moldeo (50), una unidad de vertido, un horno de fundición, un horno de colada o una línea de moldeo, comprendiendo además dicha fundición de metales (2) al menos un intercambiador de calor (52) situado para absorber el calor de cualquiera entre dichos transportador de moldeo (50), unidad de vertido, horno de fundición, horno de colada o línea de moldeo, y comprendiendo dicha fundición de metales (2) además medios para convertir dicho calor absorbido por dicho intercambiador de calor en energía para poner en funcionamiento la fundición de metales (2).

10



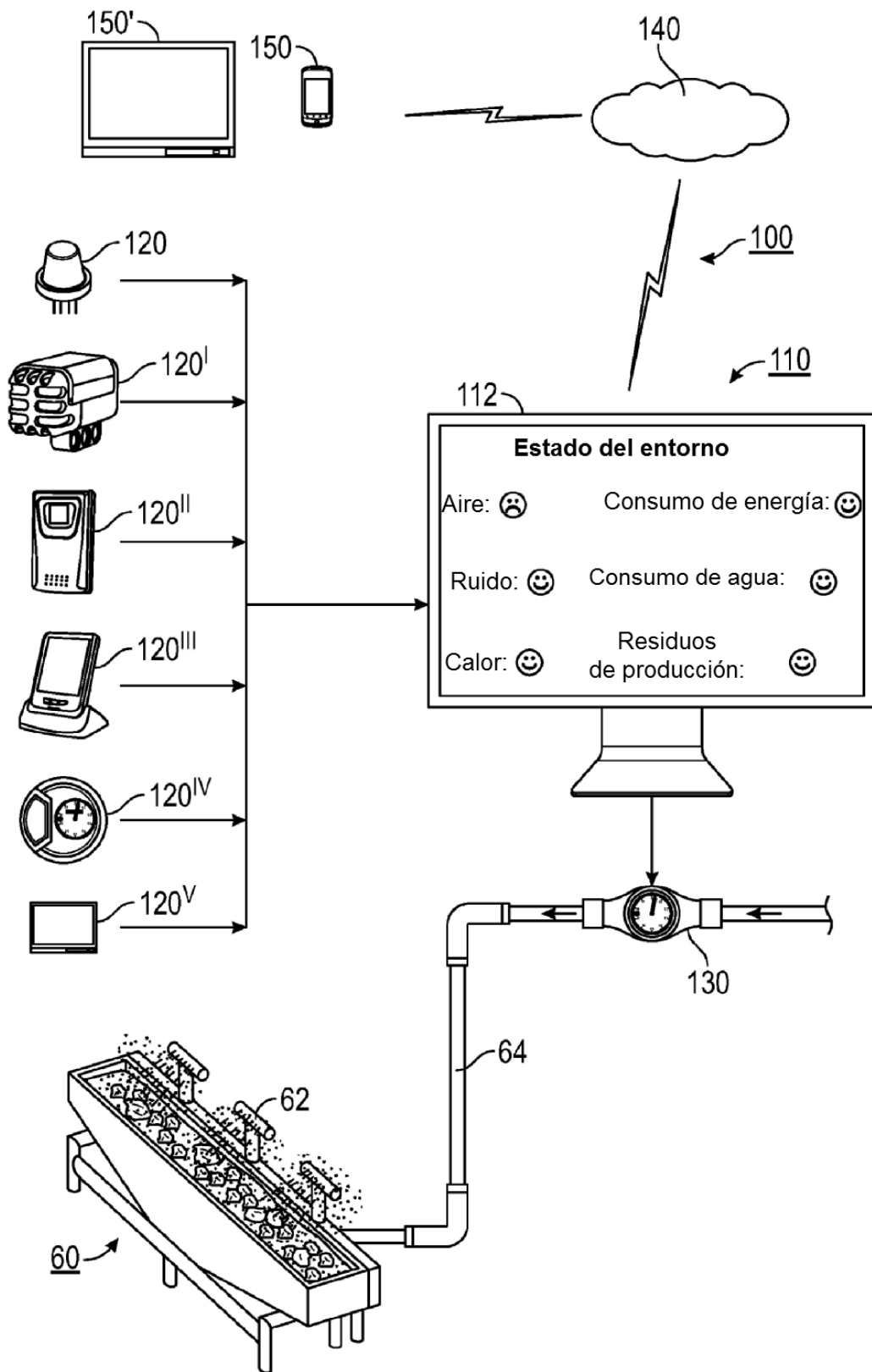


FIG. 2

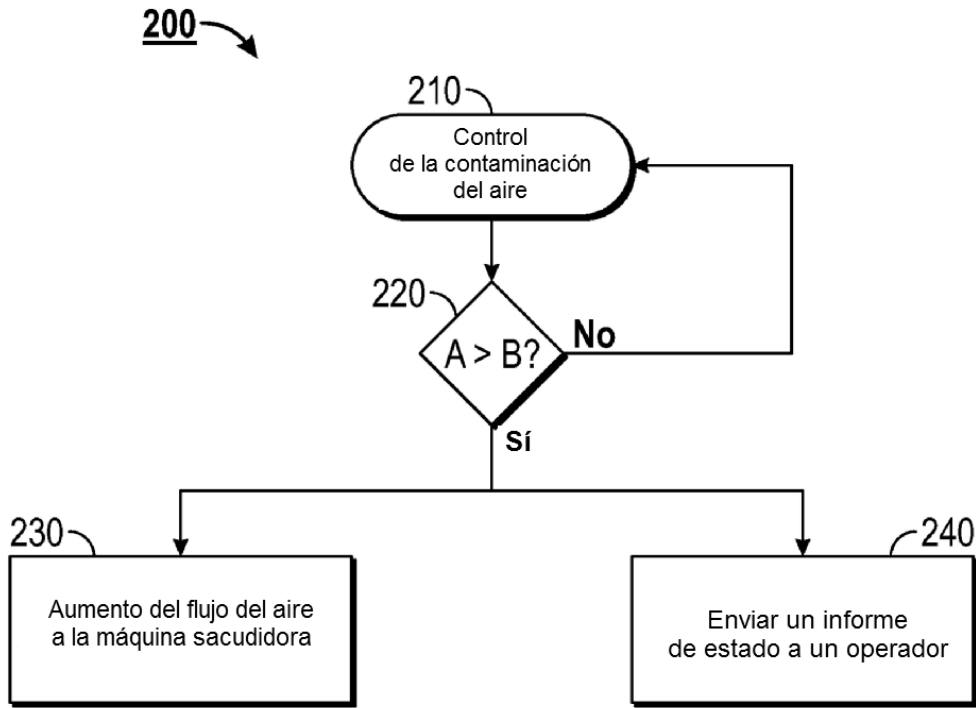


FIG. 3A

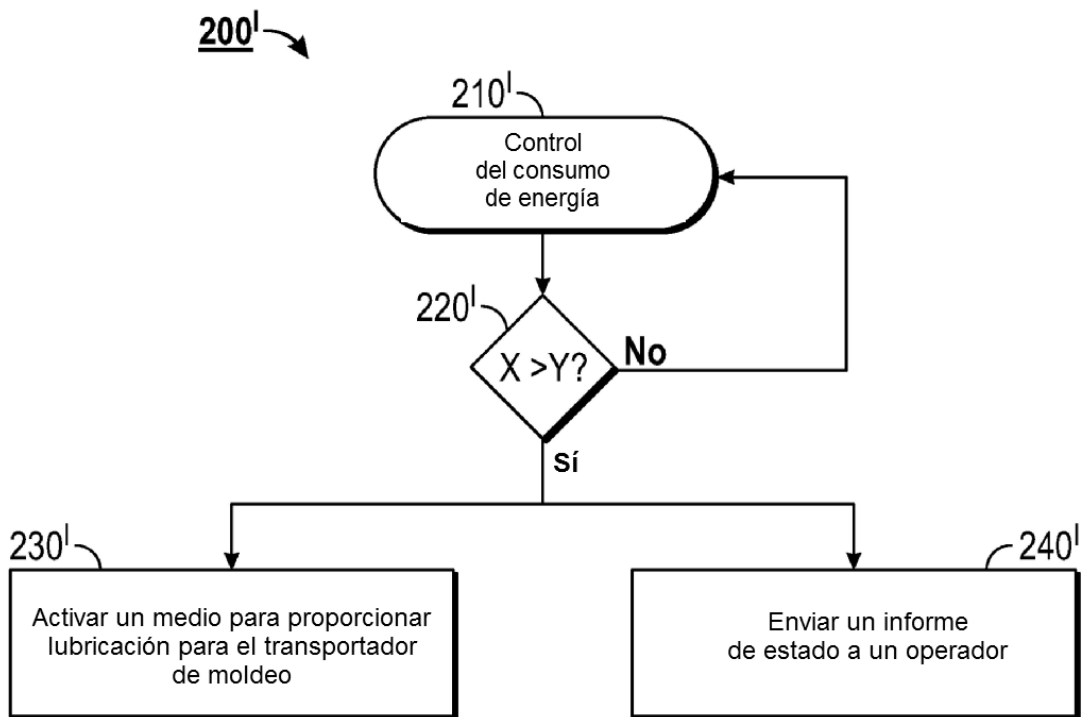


FIG. 3B

220^{II} →

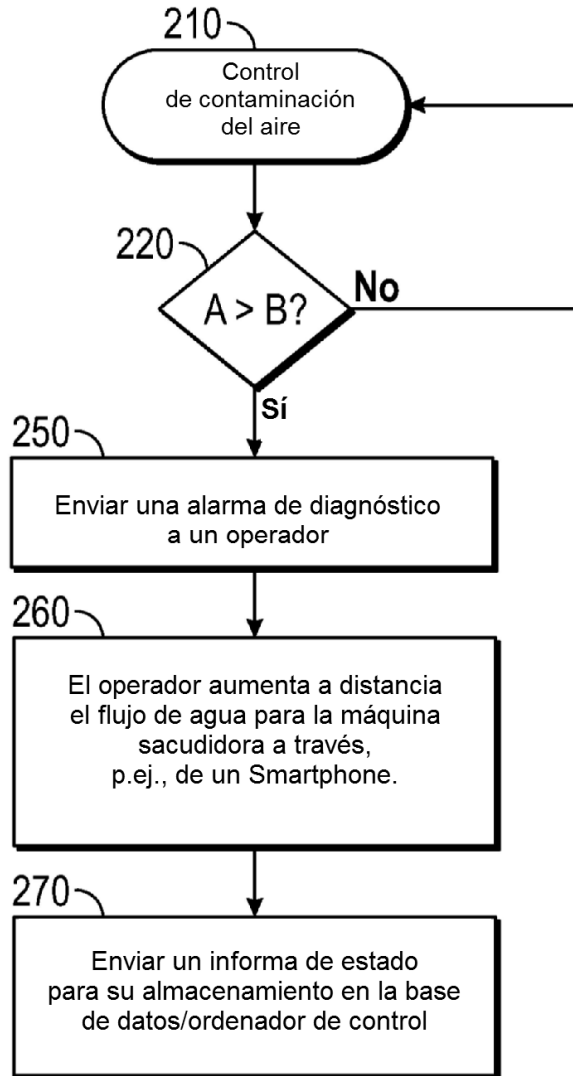


FIG. 3C

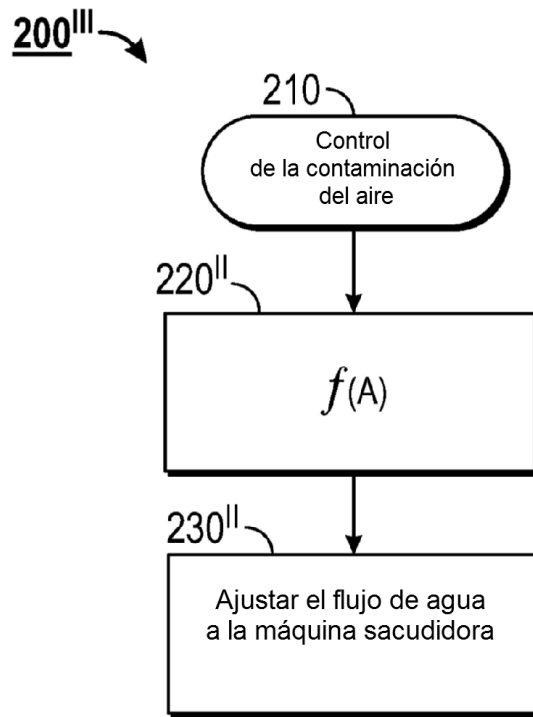


FIG. 3D

200^{IV} ↘

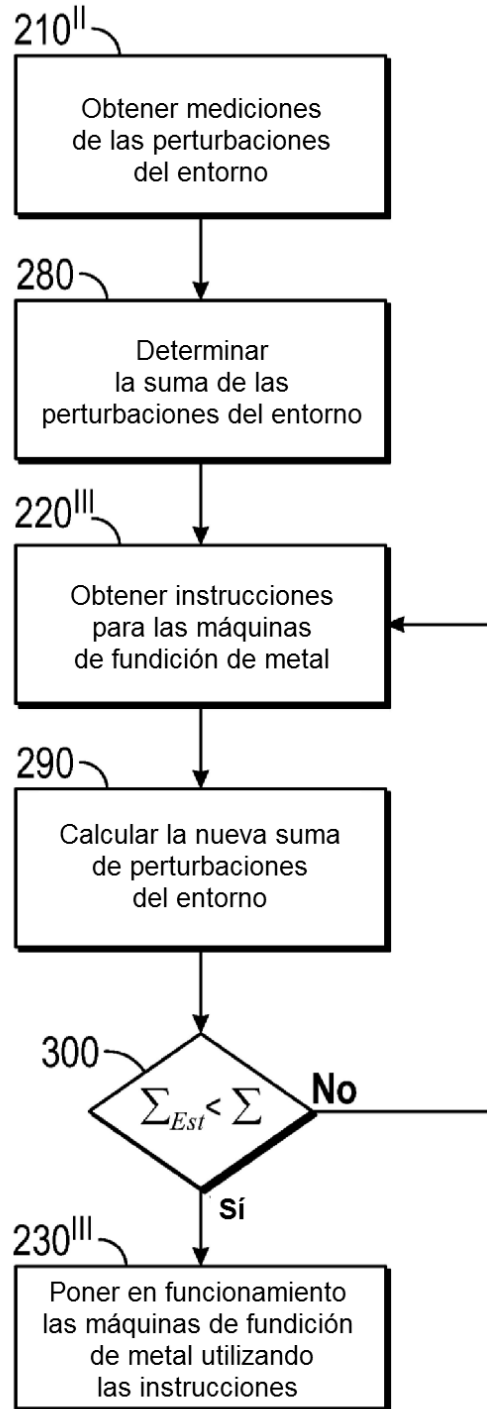


FIG. 3E