

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 200**

51 Int. Cl.:

F27D 3/16	(2006.01)
C21C 5/34	(2006.01)
F27D 21/00	(2006.01)
F27D 99/00	(2010.01)
C21C 5/35	(2006.01)
F27D 19/00	(2006.01)
C21C 5/46	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2015 PCT/IB2015/059906**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016 WO16103196**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2015 E 15831160 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 3237823**

54 Título: **Un sistema y método para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema reactor de inyector de punción sumergido superior**

30 Prioridad:

24.12.2014 AU 2014905265
31.03.2015 AU 2015901166

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.06.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

MATUSEWICZ, ROBERT WALTER

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 769 200 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

Un sistema y método para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema reactor de inyector de punción sumergido superior

5 Antecedentes de la invención

10 La fundición en baño fundido u otras operaciones pirometalúrgicas que requieren interacción entre el baño y una fuente de gas que contiene oxígeno utilizan varias disposiciones diferentes para el suministro del gas. En general, estas operaciones implican inyección directa en la mata/metal fundido. Esto puede ser mediante toberas de soplado de fondo como en un horno tipo Bessemer o toberas de soplado lateral como en un convertidor de tipo Peirce-Smith. Alternativamente, la inyección de gas puede realizarse por medio de una lanza para proporcionar una inyección de soplado superior o sumergida. Ejemplos de inyección de lanza de soplado superior son las plantas de fabricación de acero KALDO y BOP en las que se sopla oxígeno puro desde arriba del baño para producir acero a partir de hierro fundido. Otro ejemplo de inyección de lanza de soplado superior es el proceso de cobre de Mitsubishi, en el que las lanzas provocan chorros de gas que contiene oxígeno, como un aire enriquecido con oxígeno, que inciden y penetran en la superficie superior del baño, respectivamente, para producir y convertir mata de cobre. En el caso de la inyección de lanza sumergida, el extremo inferior de la lanza se sumerge para que la inyección se produzca dentro de la capa de escoria del baño, y no desde arriba, para proporcionar la inyección de punción sumergida superior (TSL).

20 Con el soplado superior y la inyección de TSL, la lanza se somete a intensas temperaturas de baño predominantes. El soplado superior en el proceso de cobre de Mitsubishi utiliza varias lanzas de acero relativamente pequeñas que tienen una tubería interna de aproximadamente 50 mm de diámetro y una tubería externa de aproximadamente 100 mm de diámetro. El tubo interno termina aproximadamente al nivel del techo del horno, muy por encima de la zona de reacción. El tubo exterior, que es giratorio para evitar que se adhiera a un collar refrigerado por agua en el techo del horno, se extiende hacia el espacio de gas del horno para colocar su extremo inferior a unos 500-800 mm por encima de la superficie superior del baño fundido. La alimentación de partículas arrastradas en el aire se sopla a través de la tubería interna, mientras que el aire enriquecido con oxígeno se sopla a través del anillo entre las tuberías. A pesar de la separación del extremo inferior de la tubería externa sobre la superficie del baño, y cualquier enfriamiento de la lanza por los gases que la atraviesan, la tubería externa se quema aproximadamente 400 mm por día. Por lo tanto, la tubería externa se baja lentamente y, cuando se requiere, se unen nuevas secciones a la parte superior de la tubería externa consumible.

35 Las lanzas empleadas para la inyección de TSL son mucho más grandes que las de soplado superior, como en el proceso de Mitsubishi descrito anteriormente. Una lanza TSL generalmente tiene al menos una tubería interna y una externa, como se supone a continuación, pero puede tener al menos otra tubería concéntrica con las tuberías interna y externa. Las lanzas TSL típicas a gran escala tienen un diámetro exterior de tubo de 200 a 500 mm o mayor. Además, la lanza es mucho más larga y se extiende hacia abajo a través del techo de un reactor TSL, que puede tener una altura de aproximadamente 10 a 15 m, de modo que el extremo inferior del tubo exterior se sumerge a una profundidad de aproximadamente 300 mm o más en una fase de escoria fundida del baño, pero está protegida por un revestimiento de escoria solidificada formada y mantenida en la superficie externa de la tubería externa por la acción de enfriamiento del flujo de gas inyectado dentro. La tubería interna puede terminar aproximadamente al mismo nivel que la tubería externa, o en un nivel superior de hasta aproximadamente 1000 mm por encima del extremo inferior de la tubería externa. Por lo tanto, puede darse el caso de que el extremo inferior de solo el tubo exterior esté sumergido.

45 El tubo interno de una lanza TSL puede usarse para suministrar materiales de alimentación, tales como concentrado, fundentes y reductor para inyectar en una capa de escoria del baño, o puede usarse como combustible. Un gas que contiene oxígeno, como aire o aire enriquecido con oxígeno, se suministra a través del anillo entre las tuberías. Cuando comienza la inyección sumergida dentro de la capa de escoria del baño, se suministra gas y combustible que contiene oxígeno, como aceite combustible, carbón fino o gas de hidrocarburo, y se dispara una mezcla resultante de oxígeno/combustible para generar un chorro de llama que incide en la escoria. Esto hace que la escoria se incline dentro del baño resultando en un movimiento significativo del baño. Este movimiento del baño, junto con la inyección de gases u otros materiales a través de la lanza, da como resultado el movimiento de la lanza debido a las fuerzas inducidas. El rango de movimiento al que se somete una lanza sumergida superior tiene el potencial de proporcionar información importante con respecto a las operaciones de proceso que ocurren en el baño fundido.

60 Por ejemplo, las publicaciones DE 10 2013 208079 A, US 6 923 843 B1 y WO 2011/106023 A1 discuten la recopilación de datos en sistemas de punción de soplado superior. Dado que el contenido de un reactor inyector de punción sumergido superior no es visible, puede ser difícil para un operador tener una apreciación real de las condiciones de funcionamiento dentro del reactor. Los datos sobre el funcionamiento del reactor se recopilan utilizando una gama estándar de equipos que incluyen dispositivos tales como termopares, medidores de flujo y similares que típicamente residen en o sobre la carcasa o revestimiento del reactor. Como resultado del entorno extremadamente inhóspito dentro del reactor, cualquier instrumento utilizado para monitorear las condiciones funcionales tiene un coste invariablemente alto y requiere mantenimiento y/o reemplazo frecuente. La tesis doctoral de JUAN MANUEL OJEDA SARMIENTO - 9 de octubre de 2013 "Contribution to the study and design of advanced controllers : application to

smelting furnaces” revela un sistema TSL para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento.

Los métodos convencionales para monitorizar las condiciones funcionales utilizando equipos estándar, tienden a utilizar datos recopilados de manera aislada y/o lineal. Por ejemplo, la temperatura de un baño de escoria fundida puede medirse utilizando un termopar y la medición de temperatura se utiliza como una lectura aislada en un intento de deducir lo que ocurre dentro del reactor. Este enfoque no tiene en cuenta la interacción intrínseca entre los factores que afectan y/o indican diversas condiciones funcionales y dificulta proporcionar al operador de la planta un diagnóstico preciso con respecto a las condiciones funcionales dentro del reactor.

La discusión de los antecedentes de la invención incluida en el presente documento, que incluye referencias a documentos, actos, materiales, dispositivos, artículos y similares, pretende explicar el contexto de la presente invención. Esto no debe tomarse como una admisión o una sugerencia de que cualquiera de los materiales mencionados fuera publicado, conocido o parte del conocimiento general común en el área de patentes en la fecha de prioridad de las reivindicaciones.

Sería deseable proporcionar uno o más sensores para monitorizar una condición de funcionamiento en un baño de escoria fundida.

Resumen de la invención

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema reactor de inyector de punción sumergido superior de acuerdo con la reivindicación 1.

Se pueden emplear combinaciones de varios sensores que incluyen una variedad de sensores de bajo coste para implementar la presente invención. Por ejemplo, se emplean sensores de temperatura, sensores de presión, sensores de movimiento, sensores de posición, sensores de sonido y/o imagen. En el contexto de la presente invención, es requisito que los al menos dos sensores sean de un tipo diferente de modo que puedan usarse para detectar diferentes indicadores, pero quizás complementarios de una condición de funcionamiento. Además, al menos uno de los sensores es un sensor basado en lanza. Por ejemplo, si se utiliza un primer sensor para detectar el movimiento de la lanza y las señales del sensor indican que la lanza no se está moviendo, entonces es útil recopilar datos de un segundo tipo de sensor, por ejemplo, que detecta la posición de la lanza dentro el reactor, para confirmar un diagnóstico. Por ejemplo, si el sensor de posición indica que la lanza no está sumergida en el baño, entonces las dos señales detectadas independientemente se pueden combinar y analizar para proporcionar un diagnóstico preciso de la condición de funcionamiento actual, que no es posible depender de los datos recopilados utilizando un tipo de sensor único.

En el ejemplo proporcionado, tanto el sensor de movimiento de la lanza como el sensor de posición de la lanza constituyen sensores basados en la lanza, ya que el sensor de movimiento de la lanza está montado en la lanza para detectar el movimiento del mismo y el sensor de posición de la lanza está configurado para detectar una interacción mecánica de la lanza con el sistema de reactor inyector de punción sumergido superior. Sin embargo, debe entenderse que se puede determinar el estado de la condición de funcionamiento siempre que uno de los al menos dos sensores sea un sensor basado en lanza.

Un sensor basado en lanza puede configurarse para detectar una interacción mecánica de la lanza con el sistema de reactor inyector de punción sumergido superior en forma de un indicador relacionado con una posición de lanza, inmersión de lanza o desgaste de lanza. Además, el sensor basado en lanza puede configurarse para detectar la interacción mecánica al detectar una medida directa de la interacción mecánica.

Como parte de la invención reivindicada, la unidad central de procesamiento compara el estado actual de la condición de funcionamiento con una condición de funcionamiento óptima para determinar si uno o más controles de proceso requieren ajuste para cambiar la condición de funcionamiento actual hacia una condición de funcionamiento óptima.

La retroalimentación con respecto al estado actual de la condición de funcionamiento puede proporcionarse a un operador del sistema reactor de inyector de punción sumergido superior. Es decir, el operador puede recibir una o más instrucciones para ajustar manualmente los controles del proceso para cambiar la condición de funcionamiento actual hacia la condición de funcionamiento óptima.

Como alternativa, se proporciona la retroalimentación con respecto al estado actual de la condición de funcionamiento, como parte de la invención reivindicada, directamente a una unidad de control de proceso asociada con el sistema de reactor de inyector de punción sumergido. En esta realización, la unidad de control de proceso proporciona instrucciones para ajustar de forma autónoma los controles de proceso para cambiar la condición de funcionamiento actual hacia la condición de funcionamiento óptima. Por ejemplo, si una combinación de sensores determina que la condición de escoria en el baño no es deseable, es decir, demasiado espesa y viscosa debido a una temperatura del baño demasiado baja, entonces las instrucciones para el operador o la unidad de control del proceso podrían ser

aumentar la temperatura del baño en un intento de cambiar la condición de funcionamiento actual hacia una escoria más fluida.

5 En una realización particular, se proporcionan al menos tres tipos diferentes de sensores para permitir detectar una variedad de condiciones operativas.

10 Los sensores se seleccionan de una variedad de tipos de sensores que incluyen sensores de presión, movimiento, sonido, temperatura e imagen. Por ejemplo, los sensores de movimiento pueden incluir sensores de orientación en general, y más específicamente acelerómetros, giroscopios, magnetómetros, unidades de medición de inercia y similares. Tales sensores basados en la lanza detectan la orientación de una lanza, por ejemplo, al detectar la magnitud y dirección de los movimientos de la lanza, la aceleración de la lanza en varias direcciones y/o las fuerzas G a las que está sujeta la lanza. Un sensor de posición puede tomar la forma de un codificador de posición que mide la posición de la lanza con respecto a la chimenea del horno y puede o no estar montado en la lanza. Los sensores de sonido e imagen, por ejemplo, en forma de cámara fija o de video, pueden proporcionar datos útiles sobre la viscosidad de la escoria, por ejemplo, debido al sonido de los patrones de salpicaduras fundidas que se generan. Del mismo modo, hay ciertas frecuencias de sonido características que pueden atribuirse a las condiciones óptimas de funcionamiento. Si no se registra una frecuencia de burbujeo, por ejemplo, este es un indicador de que la punta de la lanza no está sumergida en el baño, lo que puede ser compatible con las señales de datos generadas por uno o más tipos de sensores.

20 Mientras que algunos de los tipos de sensores mencionados anteriormente, como los sensores de imagen y sonido, por ejemplo, son solamente indicativos de una condición de funcionamiento particular, otros tipos de sensores son capaces de proporcionar una medición directa de una condición de funcionamiento. Tales tipos de sensores incluyen sensores para medir la temperatura del baño, el movimiento de la lanza, la posición de la lanza o la inmersión de la lanza. Al menos uno de estos tipos de sensores se incluye preferiblemente en el sistema para recopilar datos relacionados con una condición de funcionamiento.

30 La condición de funcionamiento indicada por las señales detectadas como parte de la invención se refiere a uno o más de los siguientes: temperatura del baño, condición de escoria, posición de la lanza, inmersión de la lanza o desgaste de la lanza.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema de reactor inyector de punción sumergido superior de acuerdo con la reivindicación 8.

35 El sensor basado en la lanza está montado en la lanza y/o configurado para detectar una interacción mecánica de la lanza con el sistema reactor de inyector de punción sumergido superior. El sensor basado en la lanza puede configurarse además para detectar una interacción mecánica de la lanza con el sistema del reactor inyector de punción sumergido superior en forma de un indicador relacionado con la posición de la lanza, la inmersión de la lanza o el desgaste de la lanza. La interacción mecánica de la lanza con el sistema del reactor inyector de punción sumergido superior puede detectar un indicador relacionado con la posición de la lanza, la inmersión de la lanza o el desgaste de la lanza.

45 El método puede incluir además el paso de comparar el estado actual de la condición de funcionamiento con una condición de funcionamiento óptima; y determinar si uno o más controles de proceso requieren ajuste para cambiar la condición de funcionamiento actual hacia la condición de funcionamiento óptima.

50 En otra realización, el método incluye además el paso de proporcionar retroalimentación con respecto al estado actual de la condición de funcionamiento a un operador del sistema de reactor inyector de punción sumergido superior.

Como parte de la invención reivindicada, el método incluye además el paso de proporcionar retroalimentación con respecto al estado actual de la condición de funcionamiento a una unidad de control de proceso asociada con el sistema reactor de inyector de punción sumergido.

55 Como parte de la presente invención, los al menos dos sensores se seleccionan de los siguientes tipos de sensores: presión, movimiento, sonido, temperatura e imagen.

Opcionalmente, la etapa de proporcionar al menos dos sensores en el sistema reactor de inyector de punción sumergido superior implica proporcionar al menos tres sensores.

60 Preferentemente, al menos uno de los al menos dos sensores está configurado para proporcionar una medición directa de al menos uno de los siguientes indicadores de la condición de funcionamiento: temperatura del baño, movimiento de la lanza, posición de la lanza o inmersión de la lanza.

La condición de funcionamiento indicada por el método como parte de la invención se refiere a uno o más de los siguientes: temperatura del baño, condición de escoria, posición de la lanza, inmersión de la lanza o desgaste de la lanza.

5 Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá ahora con mayor detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Debe entenderse que las realizaciones mostradas son solo ejemplos y no deben tomarse como limitantes del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas a la misma.

10 La figura 1 es un esquema parcialmente cortado de un horno de fundición de baño fundido que incluye una lanza sumergida superior de acuerdo con la técnica anterior.

15 La figura 2 es un esquema que muestra un sistema para recopilar y procesar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un reactor inyector de punción sumergido superior de acuerdo con una realización de la presente invención.

20 La figura 3 es una tabla que ilustra la interrelación entre varios tipos de sensores como indicadores de diversas condiciones de funcionamiento de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra un método para recopilar y procesar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema reactor de inyector de punción sumergido superior de acuerdo con una realización de la presente invención.

25 Descripción detallada

Con referencia en primer lugar a la Figura 1, se muestra un ejemplo de sistema 100 de reactor inyector de punción sumergido en la parte superior. El reactor 102 tiene una carcasa 104 cilíndrica cerrada en su extremo superior por un
 30 techo 106 desde el cual se proyecta un tubo 108 de extracción hacia arriba a una caldera de gas/intercambiador 110 de calor. En la Figura 1, se ha quitado una sección de la carcasa 104 para permitir que se vea el interior del reactor 102, aunque la carcasa 104 es circunferencialmente continua en todos los niveles en su altura, aparte de los agujeros de grifo. El techo 106 tiene una entrada 112 hacia abajo a través de la cual se extiende una lanza 114 de inyección sumergida superior de modo que una porción del extremo inferior de la lanza 115 está sumergida en el baño 116 fundido. El reactor 102 también tiene un puerto 118 de alimentación que se abre a través del techo 106 para permitir
 35 materias primas para una operación pirometalúrgica requerida que se cargará en el baño 116, y un puerto 120 de quemador para permitir la inserción de un quemador 122 si es necesario para calentar el reactor. La lanza 114 tiene conectores 124 que permiten la conexión de la lanza 114 a fuentes separadas de combustible/reductor y gas que contiene oxígeno, para permitir el paso separado de estos materiales hacia abajo a través de la lanza 114 y mezclar en el extremo inferior de salida de la lanza para alimentar un mezcla de combustión. La combustión de la mezcla de combustible y oxígeno genera una zona de combustión en el baño 116 fundido en el extremo inferior de salida de la lanza 115, así como una fuerte turbulencia en el baño 116 fundido que hace que las materias primas cargadas a través del puerto 118 se dispersen en el baño fundido para dar lugar a las reacciones pirometalúrgicas requeridas en el mismo.

45 Un sistema 100 de reactor de inyector de punción sumergido superior como se ilustra en la Figura 1 es operado típicamente por un operador que controla la posición de la lanza 114 dentro del reactor 102 elevando o bajando la lanza con relación al baño por medio de un aparato 126 elevador conectado a la lanza. Los operadores realizan varias observaciones manuales con respecto a la posición de la lanza y el movimiento de la lanza, lo que con el tiempo lleva al operador a desarrollar una comprensión intuitiva del rango de movimiento de la lanza que es indicativa de unas condiciones de funcionamiento óptimas en el reactor y un rango de movimiento de la lanza que es indicativo de condiciones de funcionamiento subóptimas dentro del reactor.

Con referencia ahora a la Figura 2, el sistema de la presente invención proporciona medios para una guía mejorada de un operador con respecto a cómo las observaciones particulares se relacionan con las condiciones de
 55 funcionamiento dentro del reactor y cómo un operador debe responder adecuadamente a esas condiciones de funcionamiento donde son subóptimas. Se proporciona un sistema 200 para recopilar, procesar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema 100 de reactor inyector de punción sumergido superior. Como se muestra en la Figura 1, el sistema 100 reactor inyector de punción sumergido superior (en lo sucesivo, también denominado "TSL") tiene una lanza 114, cuyo extremo 115 inferior debe sumergirse en un baño 116 fundido durante el funcionamiento del sistema reactor inyector TSL. Con referencia de nuevo a la Figura 2, el sistema 200 incluye al menos dos sensores 210, cada uno de los al menos dos sensores es de un tipo de sensor diferente y al menos uno de los al menos dos sensores es un sensor basado en lanza. Cada sensor 210 está configurado para detectar un indicador de una condición de funcionamiento y generar una señal de datos detectada. Una unidad 220 central de procesamiento recibe las señales de datos detectadas. La unidad 220 central de procesamiento luego procesa y analiza las señales de datos detectadas para determinar un estado actual de la
 65 condición de funcionamiento.

Opcionalmente, como se muestra en la Figura 2, la unidad 220 central de procesamiento está directamente acoplada directamente a una unidad 230 de control de procesamiento. En este caso, la retroalimentación con respecto al estado actual de la condición de funcionamiento se transmite directamente desde la unidad 220 central de procesamiento a la unidad 230 de control de procesamiento. La retroalimentación directa puede traducirse en instrucciones para la unidad 230 de control de procesamiento para ajustar los controles de proceso del reactor en un esfuerzo por ajustar la condición de funcionamiento actual hacia una condición de funcionamiento óptima.

Como alternativa, cuando la unidad 220 de control de procesamiento no está acoplada directamente a una unidad 230 de control de procesamiento, se puede proporcionar retroalimentación con respecto a las condiciones de funcionamiento actuales al operador junto con recomendaciones para realizar ajustes en los controles de proceso del reactor en un esfuerzo para mejorar las condiciones de funcionamiento. En este caso, el operador implementa manualmente los ajustes necesarios de la manera habitual.

Como se indica, el sistema emplea al menos dos sensores, cada uno de un tipo de sensor diferente. Al menos uno de los sensores es un sensor basado en lanza que está montado en la lanza, por ejemplo, en forma de sensor de movimiento de lanza, o configurado para detectar una interacción mecánica de la lanza con el sistema de reactor inyector de punción sumergido superior, por ejemplo, en forma de un sensor de posición de la lanza que no necesita estar necesariamente montado en la lanza per se, sino que detecta la posición de la lanza con respecto al reactor. Estos sensores se seleccionan de una amplia variedad de sensores de bajo coste. En la solicitud internacional PCT PCT/IB2014/060638 se describe un ejemplo de un sensor de temperatura adecuado, que también es un sensor basado en lanza. Dicho sensor es capaz de medir directamente la temperatura del baño, lo que puede ser indicativo de una serie de condiciones de funcionamiento que se producen dentro del reactor, incluida la condición de la escoria, es decir, fluida o viscosa.

Los sensores de presión se utilizan, por ejemplo, para medir cualquier restricción o bloqueo de fluidos que se inyectan a través de la lanza. Un sensor o transmisor de presión puede montarse en una ubicación adecuada en cualquiera de las líneas de suministro de fluido, o podría ser un sensor basado en lanza montado en la proximidad del punto de descarga de la lanza, es decir, la punta de la lanza. Es decir, la presión dentro de cualquier línea que alimenta oxígeno, aire o combustible a la lanza puede medirse en cualquier punto en particular. Un cambio en la lectura de presión en ese punto en particular generalmente indicará que se ha producido una restricción o bloqueo. Una restricción o bloqueo obvio ocurre cuando la lanza se mueve desde arriba del baño a una posición sumergida debido a la carga de presión estática que se desarrolla cuando el punto de descarga está debajo de la superficie de la escoria fundida. Esto significa que una diferencia en la lectura de presión de carga o contrapresión, tomada en el mismo punto en la línea de flujo de fluido, puede ser un indicador de inmersión de la lanza, así como otros posibles bloqueos o restricciones que pueden ocurrir durante el funcionamiento de la lanza. Si un aumento en la contrapresión se debe a la inmersión de la lanza o alguna otra restricción en la línea de flujo de fluido, se determina más fácilmente con precisión, cuando se combina con la lectura de al menos otro sensor, como, por ejemplo, un sensor de posición de la lanza, o un sensor de movimiento de la lanza que también es un indicador de si la punta de la lanza está sumergida en el baño de escoria fundida.

La inyección de gas y combustible que contiene oxígeno en el baño fundido hace que la escoria se incline en el baño. El movimiento de inclinación o baño junto con las fuerzas inducidas por gases u otros materiales inyectados a través de la propia lanza, provocan varios movimientos involuntarios de la lanza. La magnitud y la dirección del movimiento, junto con la fuerza y/o la aceleración de una lanza que está al menos parcialmente sumergida en el baño fundido, es un indicador confiable de las condiciones de funcionamiento en el baño fundido. Estos movimientos y fuerzas son detectados por uno o más sensores de movimiento que pueden tomar la forma de un sensor de orientación, un magnetómetro, un giroscopio y un acelerómetro o una unidad de medición inercial como se divulga en la solicitud pendiente titulada "A Sensing Device for Determining an Operational Condition in a Molten Bath of a Top-Submerged Lance Injector Reactor System".

Otras condiciones funcionales que pueden medirse en relación con la lanza son la posición de la lanza y la inmersión de la lanza. La posición de la lanza es una medida asumida de la posición de la punta del carril con respecto a la superficie superior de la chimenea del horno y la inmersión de la lanza es una medida real de la posición de la punta de la lanza con respecto a la superficie del baño fundido.

La posición de la lanza puede medirse por medio de un sensor de posición que está unido al mecanismo de elevación de la lanza (para subir y bajar la lanza dentro del reactor), o a la guía o carro de lanza. Tal sensor de posición se puede proporcionar en forma de un codificador de posición. Cabe señalar que la posición real de la lanza dentro del reactor solo se puede inferir de esta medición, ya que debe calibrarse para cada nueva lanza e infiere una posición de punta de lanza con respecto a la parte superior de la chimenea del horno. En consecuencia, si la longitud de la lanza cambia, por ejemplo, al utilizar la punta de la lanza a través del uso, entonces la posición real de la punta de la lanza con respecto a la chimenea del horno también cambiará. El conocimiento de la posición de la lanza es típicamente insuficiente para proporcionar una medida de inmersión de la lanza ya que se requiere conocer la profundidad del baño fundido. Además, la profundidad del baño fundido puede variar debido a la acumulación de materiales en la chimenea del horno y similares.

Una medida de la inmersión de la lanza se puede determinar mediante el cálculo, utilizando, por ejemplo, la medición de la posición de la lanza junto con una medición manual de la altura del baño. Una medida inferida de inmersión puede discernirse utilizando un sensor de sonido, en el que se observa un cambio en la frecuencia de sonido medida entre un baño anterior y una posición de funcionamiento sumergida de la lanza, para permitir la determinación del punto donde la lanza se sumerge. A partir de este momento, la lanza se puede bajar una distancia definida y, por lo tanto, se conoce el grado de inmersión. De manera similar, una medida de contrapresión, como se describió anteriormente, se puede utilizar para determinar el punto donde la lanza se sumerge.

La medición del sonido que surge de la operación de TSL también puede ser una medida efectiva. Debido a la baja velocidad de inyección de una lanza TSL típica, una frecuencia de "burbuja" de aproximadamente 3 Hz se considera característica. En términos simples, esto significa que los fluidos inyectados forman burbujas y se separan en el extremo de descarga de la lanza aproximadamente tres veces por segundo. Estos dan como resultado sonidos burbujeantes característicos que se pueden medir. En su forma más simple, si no se detecta ningún sonido burbujeante, se puede inferir que la lanza no está sumergida en el baño. La característica y la frecuencia del sonido variarán según la condición de la escoria. Además, los patrones de salpicadura generados dentro del reactor pueden capturarse en imágenes fijas o de video. Si se conoce el volumen y el tamaño de una salpicadura normal indicadora de condiciones óptimas de funcionamiento, las variaciones en el volumen y el tamaño de las salpicaduras se pueden utilizar como un indicador de un cambio en las condiciones. Por ejemplo, en el caso de que no se vean salpicaduras, la lanza no está en el baño ni es proximal a una superficie del baño. Cuando la punta de la lanza apenas esté sumergida, la salpicadura será muy fina. Si la escoria es muy viscosa, entonces la escoria salpicada tiende a formar salpicaduras en forma de placas, cuerdas o corrientes. Estas variaciones en la forma de bienvenida se reconocen fácilmente a través del análisis de imágenes.

Teniendo en cuenta las diversas condiciones de funcionamiento que pueden inferirse y/o verificarse utilizando diferentes tipos de sensores, el sistema y el método de la presente invención se ilustrarán mejor mediante ejemplos.

Por ejemplo, en un primer ejemplo simple, en el que se utiliza un sensor de movimiento de la lanza para indicar si una lanza se mueve de manera normal o anormal, si no se detecta movimiento de la lanza, lo más probable es que la lanza no esté sumergida y esté operado fuera del baño de escoria fundida. Este diagnóstico puede verificarse utilizando una posición de lanza o medición de inmersión de lanza. Sin embargo, en un caso tan simple, un operador de lanza típicamente reconocerá y corregirá el problema solo por la falta de movimiento de la lanza. En este caso, tanto el sensor de movimiento de la lanza como el sensor de posición de la lanza constituyen sensores basados en la lanza.

En un segundo ejemplo más complejo, las señales de datos generadas por tres tipos diferentes de sensores pueden usarse para determinar una condición de funcionamiento adversa: un sensor de movimiento de lanza, un sensor de posición de lanza y un sensor de temperatura. En este caso, el sensor de movimiento de la lanza mide un movimiento excesivo que indica una condición de funcionamiento anormal. Por sí solo, estos datos podrían indicar uno de varios problemas relacionados con factores de proceso o problemas con la interacción mecánica dentro del reactor. Por lo tanto, el siguiente análisis se emplea utilizando los datos recopilados con los tres tipos de sensores para llegar a un diagnóstico completo:

1. el sensor de movimiento de la lanza detecta una condición de movimiento anormal que indica un mayor grado de movimiento de lo normal;
2. el indicador de posición de la lanza muestra que la lanza está en la posición correcta; y
3. la temperatura del baño indica una condición de baja temperatura.

En este caso, tanto el sensor de movimiento de la lanza como el sensor de posición de la lanza constituyen sensores basados en la lanza. El sensor de temperatura puede ser, pero no necesariamente, un sensor basado en lanza. El curso de acción sugerido sería aumentar la entrada de energía al sistema, por ejemplo, aumentando la tasa de adición de combustible a través de la lanza.

En el segundo ejemplo, puede parecer que la indicación de la temperatura del baño solo podría proporcionar una solución. Sin embargo, el tercer ejemplo utiliza los mismos tres sensores en una circunstancia donde la temperatura del baño también es baja. En este ejemplo, se producen los siguientes indicadores:

1. la temperatura del baño se indica como baja;
2. se indica que la lanza está en la posición correcta con respecto al horno; y
3. el sensor de movimiento de la lanza indica que la lanza no se está moviendo.

En este caso, la información combinada del sensor indica que la punta de la lanza se ha desgastado hasta el punto donde la lanza no está sumergida en el baño fundido, sino más bien en una posición por encima de ella. En este

ejemplo, el curso de acción sería retirar la lanza del servicio para reparar la punta de la lanza y una ruta de agregar más combustible no rectificaría el problema y restablecería las condiciones óptimas de operación.

5 En un cuarto ejemplo, se utilizan sensores para la medición del sonido, la posición de la lanza, la contrapresión de la lanza y la temperatura del baño. Los indicadores para estos sensores muestran:

1. El sonido indica un funcionamiento anormal;
2. La posición de la lanza es correcta;
- 10 3. La temperatura del baño está en el rango correcto;
4. La contrapresión de la lanza es anormal, lo que indica una lectura alta.

15 En este ejemplo, al menos el sensor de posición de la lanza y el sensor de contrapresión de la lanza constituyen sensores basados en la lanza. El diagnóstico es que la química de la escoria no está en el rango correcto y que se requiere un ajuste mediante la modificación de la química de la escoria.

20 Los ejemplos anteriores ilustran que analizar las señales de datos generadas por al menos dos sensores de diferentes tipos, donde al menos uno de esos dos sensores es un sensor basado en lanza, es superior a depender del operador para hacer una evaluación de señales de varios sensores. Tal enfoque consolidado puede proporcionar consistencia de operación, así como una respuesta más rápida al proceso o cambios mecánicos que impactan la eficiencia de la operación.

25 En referencia ahora a la Figura 3, se muestran algunos ejemplos de posibles interacciones entre varios tipos de sensores. Los sensores se pueden agrupar según la aplicación. Preferiblemente, el análisis de un número mínimo de sensores de bajo coste se combina para permitir una operación de bajo coste y una operación más estable de la planta.

30 Con referencia ahora a la Figura 4, se muestra un diagrama de flujo que ilustra el método 400 para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema de reactor inyector de punción sumergido superior que tiene una lanza, cuyo extremo inferior debe sumergirse en un baño fundido durante el funcionamiento del sistema de reactor inyector de punción sumergido superior. En 410, el método incluye el paso de proporcionar al menos dos sensores, en el sistema reactor de inyector de punción sumergido superior, cada sensor es de un tipo de sensor diferente y al menos uno de los dos sensores es un sensor basado en lanza, cada sensor configurado para
35 detectar al menos un indicador de condición de funcionamiento durante el funcionamiento del sistema reactor inyector de punción sumergido superior. En el paso 420, el método incluye el paso de transmitir las señales de datos detectadas generadas por los al menos dos sensores a una unidad central de procesamiento. En el paso 430, las señales de datos detectadas relacionadas con al menos dos indicadores de condición de funcionamiento se analizan para
40 determinar un estado actual de la condición de funcionamiento.

El método puede incluir además el paso de comparar el estado actual de la condición de funcionamiento con una condición de funcionamiento óptima; y determinar si uno o más controles de proceso requieren ajuste para cambiar la
45 condición de funcionamiento actual hacia la condición de funcionamiento óptima.

El sistema de la presente invención proporciona un coste más bajo y un funcionamiento más consistente de un reactor de inyección de lanza sumergida superior que utiliza sensores de coste relativamente bajo. La transmisión de señales detectadas que determinan una variedad de factores operativos a una unidad central de procesamiento para procesamiento y análisis permite que las señales detectadas sean analizadas por un módulo de sistema experto
50 utilizando algoritmos patentados para proporcionar un diagnóstico mejorado que puede usarse para guiar la acción del operador o directamente instruir a la unidad de control de la planta para que realice los ajustes apropiados. Esto permite una operación de planta más consistente y estable entre turnos y una operación más eficiente del reactor.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior que tiene una lanza (114), cuyo extremo (115) inferior debe sumergirse en un baño fundido durante funcionamiento del sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior, el sistema incluye, además de dicho sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior:
- (a) al menos dos sensores (210) configurados para detectar un indicador de condición de funcionamiento y para generar una señal de datos detectados, cada sensor (210) es de un tipo de sensor diferente y al menos uno de los al menos dos sensores (210) es un sensor basado en lanza; y
- (b) una unidad (220) central de procesamiento para recibir una pluralidad de señales de datos detectadas, las señales de datos detectadas son generadas por los al menos dos sensores (210) y analizar las señales de datos detectadas relacionadas con al menos dos indicadores de condición de funcionamiento para determinar un estado actual de la condición de funcionamiento,
- en el que se proporciona retroalimentación con respecto al estado actual de la condición de funcionamiento a una unidad (230) de control de proceso asociada con el sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido,
- en el que la unidad (220) central de procesamiento se comunica directamente con la unidad (230) de control de proceso para ajustar uno o más controles de proceso, y
- en el que los al menos dos sensores (210) se seleccionan de al menos dos de los siguientes tipos de sensores: presión, movimiento, sonido, temperatura e imagen,
- en el que la unidad (220) central de procesamiento compara el estado actual de la condición de funcionamiento con una condición de funcionamiento óptima para determinar si uno o más controles de proceso requieren ajuste para cambiar la condición de funcionamiento actual hacia la condición de funcionamiento óptima, en el que la condición de funcionamiento indicada por el sistema se relaciona con uno o más de los siguientes: temperatura del baño, condición de escoria, posición de la lanza, inmersión de la lanza o desgaste de la lanza.
2. Un sistema para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sensor basado en lanza está montado en la lanza (114) y/o configurado para detectar una interacción mecánica de la lanza (114) con el sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior.
3. Un sistema para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el sensor basado en lanza está configurado para detectar una interacción mecánica de la lanza (114) con el sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior en forma de un indicador relacionado con la posición de la lanza, inmersión o desgaste de la lanza.
4. Un sistema para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el sensor basado en lanza está configurado para detectar una interacción mecánica de la lanza (114) con el sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior al detectar una medida directa de la interacción mecánica.
5. Un sistema para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que se proporciona retroalimentación con respecto al estado actual de la condición de funcionamiento a un operador del sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior.
6. Un sistema para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el sistema incluye al menos tres sensores (210) configurados para detectar cada uno un indicador de condición de funcionamiento y generar una señal de datos detectada.
7. Un sistema para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-6, en el que al menos uno de los al menos dos sensores (210) está configurado para proporcionar una medición directa de al menos uno de los siguientes indicadores de la condición de funcionamiento: temperatura del baño, movimiento de la lanza, posición de la lanza o inmersión de la lanza.
8. Un método para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior que tiene una lanza (114), cuyo extremo (115) inferior debe sumergirse en un baño fundido durante operación del sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior,

el método incluye los siguientes pasos, además de proporcionar dicho sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior:

5 (a) proporcionar al menos dos sensores (210) configurados para detecta un indicador de una condición de funcionamiento durante el funcionamiento del sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior y genera una señal de datos detectados, cada sensor (210) es de un tipo de sensor diferente y al menos uno de los al menos dos sensores (210) es un sensor basado en lanza;

10 (b) transmitir las señales de datos detectadas generadas por los al menos dos sensores (210) a una unidad (220) central de procesamiento; y

(c) analizar las señales de datos detectadas relacionadas con al menos dos indicadores de una condición de funcionamiento para determinar un estado actual de la condición de funcionamiento,

15 el método incluye además el paso de proporcionar retroalimentación con respecto al estado actual de la condición de funcionamiento a una unidad (230) de control de proceso asociada con el sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido,

20 en el que la unidad (220) central de procesamiento se comunica directamente con la unidad (230) de control de proceso para ajustar uno o más controles de proceso, y

25 en el que los al menos dos sensores (210) se seleccionan de al menos dos de los siguientes tipos de sensores: presión, movimiento, sonido, temperatura e imagen, que incluyen además el paso de comparar el estado actual de la condición de funcionamiento con una condición de funcionamiento óptima; y determinar si uno o más controles de proceso requieren un ajuste para cambiar la condición de funcionamiento actual hacia la condición de funcionamiento óptima, en el que la condición de funcionamiento que se indica mediante el método se relaciona con uno o más de los siguientes: temperatura del baño, condición de escoria, posición de la lanza, lanza sumergida o desgaste de la lanza.

30 9. Un método para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el sensor basado en lanza está montado en la lanza (114) y/o configurado para detecta una interacción mecánica de la lanza (114) con el sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior.

35 10. Un método para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en el que el sensor basado en lanza está configurado para detectar una interacción mecánica de la lanza (114) con el sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior en forma de un indicador relacionado con la posición de la lanza, la inmersión de la lanza o el desgaste de la lanza.

40 11. Un método para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que el sensor basado en lanza está configurado para detectar una interacción mecánica de la lanza (114) con el sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior en forma de un indicador relacionado con la posición de la lanza, la inmersión de la lanza o el desgaste de la lanza.

45 12. Un método para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, que incluye además el paso de proporcionar retroalimentación con respecto al estado actual de la condición de funcionamiento a un operador del sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior.

50 13. Un método para recopilar y analizar datos relacionados con una condición de funcionamiento en un sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que el paso de proporcionar al menos dos sensores (210) en el sistema (100) reactor de inyector de punción sumergido superior implica proporcionar al menos tres sensores (210).

55

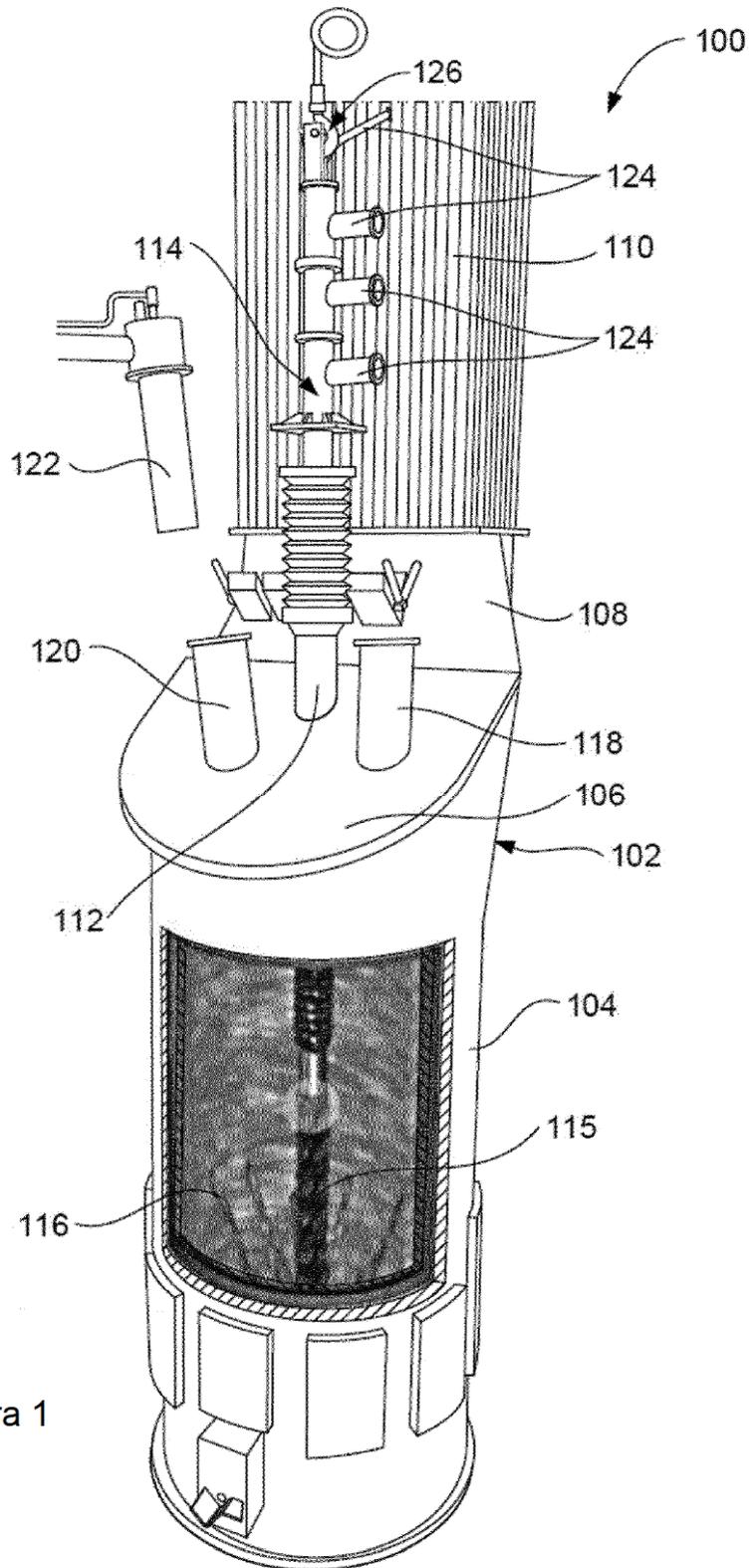


Figura 1

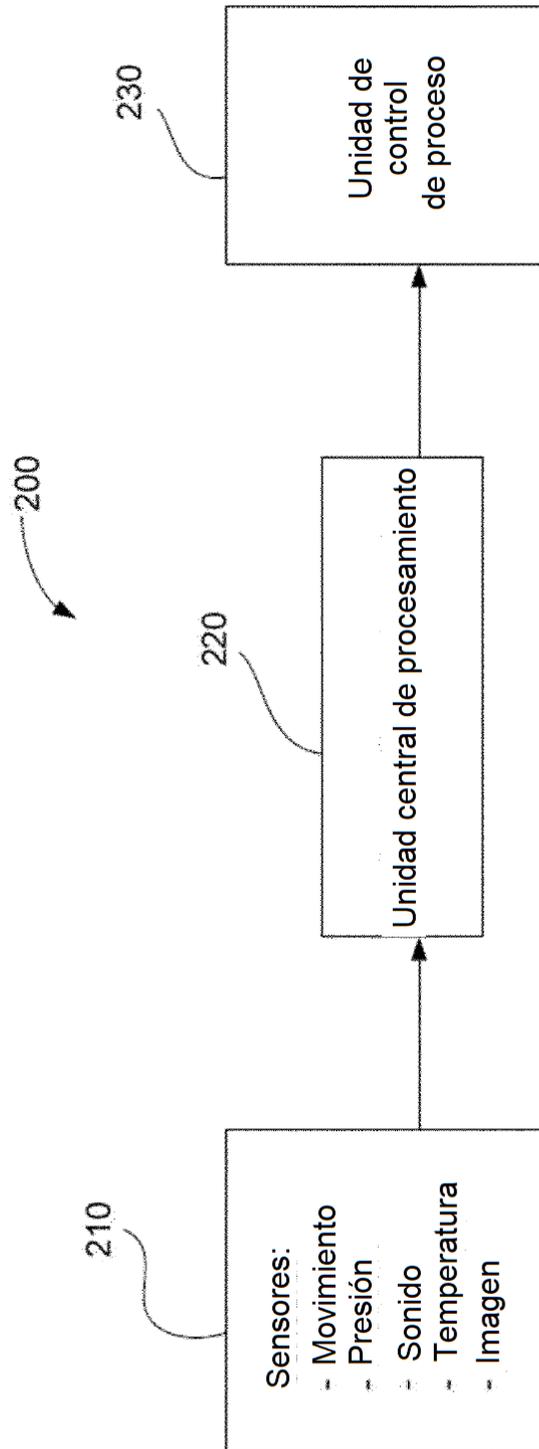


Figura 2

Condición funcional	Sensor						
	Contrapresión	Temperatura de baño	Movimiento de lanza	Posición de lanza	Inmersión de lanza	Sonido	Visión
Proceso	I	X	I	I	I	I	I
Temperatura de baño	I	I	I	I	I	I	I
Condición de escoria (por ejemplo, viscosidad o condición de espuma de escoria)	I	I	I	I	I	I	X
Mecánico	I	I	I	X	I	I	I
Posición de lanza	I	I	I	I	I	I	I
Inmersión de lanza	I	I	X	I	X	X	X
Desgaste de lanza	I	I	I	I	I	I	I
Leyenda	I = indicador. El sensor puede indicar una condición de funcionamiento						
	X = medición directa						

Figura 3

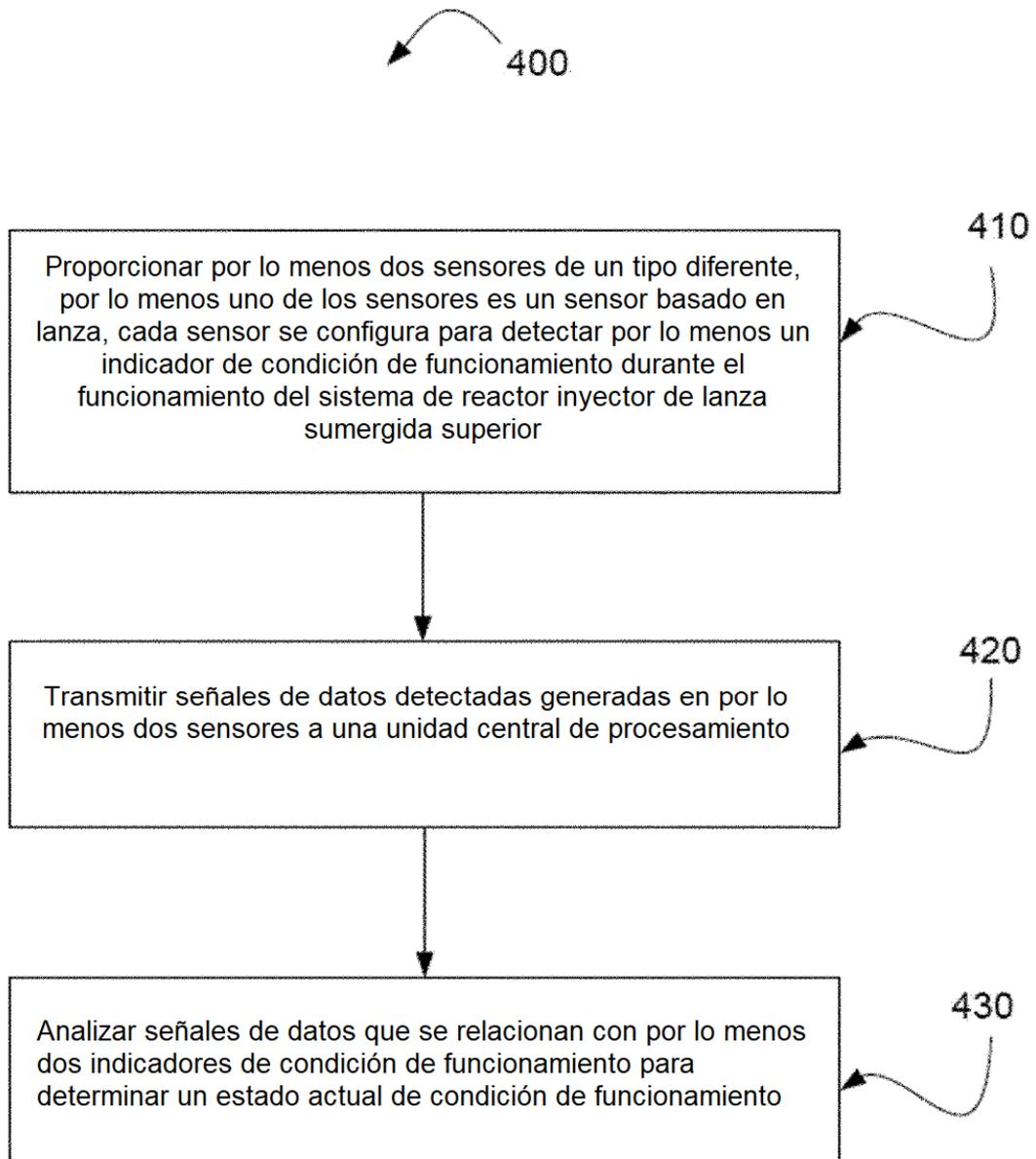


Figura 4