

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 432**

51 Int. Cl.:

G01B 17/02 (2006.01)

G01B 5/252 (2006.01)

G01B 7/312 (2006.01)

G01B 11/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2015 E 15191858 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 3015818**

54 Título: **Método para clasificar tubos de metal de acuerdo con su excentricidad**

30 Prioridad:

29.10.2014 IT MI20141855

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

02.03.2020

73 Titular/es:

**DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.P.A.
(100.0%)
Via Nazionale 41
33042 Buttrio, IT**

72 Inventor/es:

**ANGELILLI, ANDREA y
CRESPIAN, LUCA**

74 Agente/Representante:

RUO , Alessandro

ES 2 745 432 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 para clasificar tubos de metal de acuerdo con su excentricidad

5 **Campo de la invención**

[0001] La presente invención se refiere a un método para clasificar tubos de metal, por ejemplo, tubos de metal que avanzan a lo largo de una instalación de procesamiento, tal como una instalación de laminación o de estirado.

10 **Estado de la técnica**

[0002] Los defectos de producción de tubos de metal son muy frecuentes. Entre los defectos más comunes se encuentra la distribución no homogénea del grosor de las paredes del tubo. Considerando la sección transversal de un tubo, la pared se debería definir de forma nominal por medio de dos circunferencias concéntricas, por lo tanto los radios interior y exterior del tubo deberían ser constantes para la totalidad de la sección. Dicho de otra forma, el grosor de la pared de tubo debería ser igual para la totalidad de la sección. No obstante, por lo general las secciones reales de los tubos que se fabrican son excéntricas y, por lo tanto, no son homogéneas. En particular, para la sección de determinados alargamientos de tubo, puede tener lugar que existan variaciones del radio interior y / o el radio exterior, con lo que la pared es más delgada en determinadas áreas y más gruesa en otras. Este defecto es particularmente frecuente para tubos muy largos. Por tanto, estos tubos se usan para diversas aplicaciones, para algunas de las cuales las tolerancias de tamaño son más amplias, mientras que para otras existe la necesidad de que el grosor de la pared sea tan constante como sea posible para la totalidad de la longitud del tubo. Si esto no puede ser logrado, a menudo se solicita a los fabricantes que suministren un grosor de pared mínimo, con lo que por lo general se usa más material durante la producción que el que se requiere de forma nominal, con el fin de asegurar que la pared más delgada del tubo tiene el grosor que se requiere, o que el grosor promedio cumple con un requisito de este tipo. De forma desventajosa, esta estrategia implica un gran desperdicio de material, con unas repercusiones económicas evidentes, en especial si la materia prima es costosa, tal como, por ejemplo, el cobre. También existe la necesidad de tener una medición de excentricidad del tubo. De forma desventajosa, por lo general la excentricidad se mide después de que se haya fabricado el tubo, con métodos de medición que pueden no ser lo bastante fiables. Por ejemplo, esta se mide de forma manual en la porción de cabeza y la porción de cola del tubo. Además, la misma se puede medir en áreas intermedias, pero tales mediciones son generalmente destructivas, implicando el corte de un tubo de muestra, el cual resulta obvio que ya no tendrá la longitud requerida para la aplicación que se desea. En cualquier caso, no se proporciona una medición de excentricidad lo bastante precisa para la totalidad de la longitud del tubo.

[0003] El documento US 3.426.437 A divulga un aparato y un método para determinar el porcentaje de excentricidad de un conducto tubular en cualquier punto a lo largo de la longitud del conducto y para clasificar los conductos sobre la base de la excentricidad medida.

[0004] El documento US 4.099.418 A divulga un sistema para determinar de forma continua la excentricidad de un tubo.

[0005] Por lo tanto, se percibe la necesidad de lograr un método innovador para clasificar tubos de metal sobre la base de la excentricidad de los mismos, que solucione los inconvenientes mencionados en lo que antecede.

45 **Sumario de la invención**

[0006] Por lo tanto, un objeto de la presente invención es la provisión de un método para clasificar o certificar tubos, también de una longitud grande, basado en medir la excentricidad a lo largo de la totalidad de la longitud del tubo, con el fin de seleccionar los tubos de forma automática y de enviar los mismos a las diferentes aplicaciones sobre la base de la tolerancia de excentricidad que se requiere.

[0007] Un objeto adicional de la presente invención es la provisión de un método para clasificar tubos en el que la excentricidad se mide en línea, a lo largo de la totalidad de la longitud del tubo, de una forma asequible y no destructiva.

[0008] Tales objetos, y otros que se volverán evidentes en la siguiente descripción se logran por medio de un método para clasificar un tubo de metal que tiene una longitud L_{tot} , en el que, de acuerdo con la reivindicación 1, se proporcionan un sistema de detección para detectar la excentricidad de un tubo, que está adaptado para medir la excentricidad del tubo a lo largo de la totalidad de su longitud L_{tot} , proporcionándose un movimiento relativo entre el tubo y el sistema de detección, y un procesador que está adaptado para procesar los datos que se obtienen de dicho sistema de detección, definiéndose en dicho método:

- un primer umbral de excentricidad S_1 ,
- una primera longitud de referencia L_1 que está correlacionada con dicho primer umbral de excentricidad S_1 , comprendiendo el método las etapas de:

- a) medir la excentricidad del tubo a lo largo de la totalidad de la longitud total Ltot, por medio del sistema de detección, durante dicho movimiento relativo,
- b) ejecutar una primera suma de longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al primer umbral de excentricidad S1 por medio del procesador,
- c) asignar una primera clase al tubo si el valor de dicha primera suma es más bajo que dicha primera longitud de referencia L1, de lo contrario asignar una segunda clase al tubo.

[0009] De forma ventajosa, la excentricidad se mide por medio de un sistema en línea para detectar el grosor del tubo, es decir, un sistema para detectar la excentricidad del tubo. Un ejemplo de un sistema de detección de excentricidad comprende al menos un cabezal de detección que está dotado de unos transductores ultrasónicos. Un sistema de este tipo puede llevar a cabo, por ejemplo, 5000 - 15000 exploraciones por segundo, lo que es equivalente a aproximadamente 2 - 6 adquisiciones por milímetro de tubo.

[0010] Preferiblemente, la medición se toma con el tubo moviéndose con respecto al sistema de detección de excentricidad, y se proporciona un sistema de movimiento de tubos para hacer avanzar el tubo con respecto al sistema de detección de excentricidad. Un sistema de movimiento de este tipo puede, por ejemplo, estar comprendido en una máquina de estirado de tubos. Como alternativa, la medición se puede tomar con el tubo en una posición fija y disponiendo de una forma conveniente el sistema de detección de excentricidad cercano al tubo, estando dicho sistema de detección dotado de al menos un sensor que es capaz de moverse con respecto al tubo.

[0011] De acuerdo con un aspecto del método de la invención, se define al menos un valor umbral, o umbral, para la excentricidad del tubo, que se expresa preferiblemente en porcentaje de excentricidad (% de e), y se definen al menos dos clases, solo una de las cuales se asignará al tubo que se está examinando. Además, se define al menos una longitud de referencia, que está correlacionada con el al menos un umbral, que se usará para llevar a cabo la clasificación. Considerando la longitud global del tubo a lo largo del eje longitudinal del mismo, puede haber unas primeras porciones de tubo longitudinales que tienen una excentricidad más baja que el valor umbral definido y unas segundas porciones de tubo longitudinales que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual a un valor umbral de este tipo. Resulta obvio que la primera o la segunda porción no son necesariamente contiguas la una a la otra, siendo posible, por ejemplo, que una porción de tubo tenga una excentricidad más baja que el umbral, seguido de una porción de tubo que tiene una excentricidad más alta que el umbral, seguido a su vez de una porción de tubo que tiene una excentricidad más baja que el umbral. La medición automatizada proporciona la longitud de cada porción de tubo que tiene una excentricidad más alta que / igual a o más baja que el valor umbral. Como alternativa, se puede proporcionar la longitud de cada porción de tubo que tiene una excentricidad o bien más alta que o bien igual a / más baja que el valor umbral.

[0012] Los datos de la medición que se toma con el sistema de detección se envían a un procesador que pone en práctica un soporte lógico, que es un sistema de procesamiento de datos, que es capaz de calcular la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más baja que o bien más alta que el umbral, de forma respectiva. Entonces, el procesador es capaz de comparar tales sumas con la al menos una longitud de referencia definida. Considerando la suma de las longitudes de las primeras porciones de tubo, la suma de las longitudes de las segundas porciones de tubo y la al menos una longitud de referencia, se pueden definir al menos dos condiciones, al menos una de las cuales se verifica. Una clase que se va a asignar al tubo se corresponde con cada condición. Por ejemplo, las condiciones para la asignación de las clases pueden ser:

- la Clase 1, si la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral es más baja que la longitud de referencia, o
- la Clase 2, si no existe la condición precedente, es decir, si la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral es o bien más alta que o bien igual a la longitud de referencia.

[0013] El procesador es capaz de reconocer qué condición existe.

[0014] El número de clases, el número y el valor de los umbrales de excentricidad, el número y el valor de las longitudes de referencia que se van a comparar con las sumas de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien más baja que un umbral dado, se pueden seleccionar de una forma diferente, sin apartarse del alcance de la presente invención.

[0015] En particular, las longitudes de referencia, estando asociada cada longitud de referencia con un umbral de excentricidad respectivo, se pueden seleccionar de acuerdo con unos requisitos de calidad que son definidos por los fabricantes de tubos.

[0016] Por ejemplo, se pueden definir tres clases, dos valores umbral y dos longitudes de referencia; o cuatro clases, tres valores umbral y tres longitudes de referencia; o cinco clases, cuatro valores umbral y cuatro longitudes de referencia, y así sucesivamente. De acuerdo con las condiciones que se han seleccionado para asignar las clases, pueden existir varias condiciones al mismo tiempo. En este caso, se define un criterio para asignar la clase, por ejemplo, este se puede seleccionar para asignar la clase más alta posible, que es, de acuerdo con una posible

convención, la clase que se asigna a los tubos de la peor calidad.

[0017] Las longitudes de referencia se pueden seleccionar, por ejemplo, entre un 5 % y un 50 % de la longitud global del tubo, preferiblemente entre un 10 % y un 40 %. Por ejemplo, una longitud de referencia se puede seleccionar entre un 30 - 40 %, un 20 - 30 %, un 15 - 20 % o un 10 - 15 %. Preferiblemente, los valores de umbral de excentricidad se pueden seleccionar entre un 0,5 y un 15 %. Por ejemplo, cuatro valores umbral pueden ser iguales a un 2, un 4, un 6 y un 8 %. Preferiblemente, el método de la invención se usa para tubos de metal que, por ejemplo, se hacen de cobre o de acero, que tienen una longitud global más grande que 35 metros, que preferiblemente varía entre 35 y 120 metros, por ejemplo, aproximadamente 60, 80 o 100 metros.

[0018] Preferiblemente, una etiqueta, incluso más preferiblemente una etiqueta de color, está asociada con cada clase. Una vez que el tubo se ha clasificado de acuerdo con el método de la invención, se puede proporcionar una máquina de etiquetado que aplica de forma automática la etiqueta del color que se corresponde con la clase que está asignada al tubo. Como alternativa, se puede proporcionar un dispositivo automático que, una vez que el tubo se ha clasificado de acuerdo con el método de la invención, es capaz de pulverizar, aún en línea, una banda de pintura de color sobre el tubo, usando un color diferente sobre la base de la clase que está asignada al tubo. De forma ventajosa, debido al método de la invención, se proporciona una clasificación o certificación de los tubos que permite que los tubos se dividan sobre la base del tipo de aplicación o del procesamiento adicional que se ejecutará sobre los mismos.

[0019] Por ejemplo, los tubos que se clasifican con una calidad más baja se pueden designar para la producción de un producto final con un grosor grande, reduciendo de ese modo las roturas intermedias durante las reducciones de grosor que tienen lugar en las máquinas de estirado de tambor, o bloques centrifugadores.

[0020] Los tubos que se clasifican con una calidad más alta se pueden, por ejemplo, designar para la producción de un producto final con un grosor bajo, reduciendo de ese modo las roturas intermedias durante las reducciones de grosor que tienen lugar en las máquinas de estirado de tambor. De forma ventajosa, el procesador es capaz de proporcionar unos datos en tiempo real con respecto al tubo que se está midiendo, y de proporcionar un resumen diario que comprende el número de tubos que se miden y, para cada tubo, este puede proporcionar una información acerca de la fecha, la hora, el número progresivo de tubos, los metros de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien más baja que uno o más umbrales, la excentricidad máxima del tubo. Así mismo, se puede visualizar la extensión del tubo que pertenece al intervalo entre los umbrales y la gráfica completa representativa de la medición.

[0021] Preferiblemente, debido a que la medición se toma en línea en un tubo que avanza con respecto al sistema de detección, el eje de abscisas en las gráficas que se crean por medio del procesador ilustra un tiempo t, por ejemplo, una hora. Al conocer la velocidad de avance del tubo con respecto a los sensores de medición, es posible correlacionar la longitud del tubo que se mide en el momento que se indica. Incluso más preferiblemente, pero no necesariamente, el sistema de detección mide tanto la excentricidad como la longitud del tubo como una función del tiempo. Un objeto de este tipo se puede lograr, por ejemplo, por medio de un encóder, o codificador, que detecta la longitud del tubo como una función del tiempo. Entonces, se proporciona una gráfica sobre la que se ilustran dos curvas, una primera curva que ilustra la medición, o la tendencia, con el paso del tiempo de la excentricidad del tubo, e ilustrando la segunda curva la medición con el paso del tiempo de la longitud del tubo. Resulta obvio que la segunda curva tiene una tendencia linealmente creciente con el paso del tiempo. El tiempo, que es común a las dos curvas, se ilustra sobre el eje de abscisas, y se ilustran dos escalas sobre el eje de ordenadas. La primera escala se refiere a la primera curva y, por lo tanto, a la excentricidad del tubo, y la segunda escala se refiere a la segunda curva y, por lo tanto, a la longitud del tubo. A partir de la comparación, o a partir del solapamiento de las dos curvas, el procesador asocia unos valores de excentricidad con unas porciones de tubo longitudinales. El encóder puede estar comprendido en el procesador o puede ser una unidad separada.

[0022] Cabe mencionar que la excentricidad también se puede medir sobre un número razonable de porciones de tubo longitudinales, sin apartarse del alcance de la presente invención.

[0023] Las reivindicaciones dependientes describen las formas de realización de la invención.

Breve descripción de los dibujos

[0024] Algunas características y ventajas adicionales de la invención se volverán más evidentes a la luz de la descripción detallada de las formas de realización preferidas, pero no exclusivas, de un método para clasificar tubos, que se divulga por medio de un ejemplo no limitante, con la ayuda de los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra la gráfica de una primera medición de excentricidad en línea de un primer tubo, la figura 2 muestra la gráfica de una segunda medición de excentricidad en línea de un segundo tubo, la figura 3 muestra la gráfica de una tercera medición de excentricidad en línea de un tercer tubo, la figura 4 muestra una vista esquemática de una máquina de estirado para tubos sobre la que se puede aplicar el método de la invención.

[0025] Los mismos números y las mismas letras de referencia en las figuras identifican los mismos elementos o componentes.

Descripción detallada de las formas de realización preferidas de la invención

5 [0026] Con el fin de lograr el método para clasificar tubos de la presente invención, se proporcionan:

- un sistema de detección para detectar la excentricidad del tubo, que está adaptado para medir la excentricidad del tubo a lo largo de la totalidad de su longitud L_{tot} , proporcionándose un movimiento relativo entre el tubo y el sistema de detección,
- y un procesador que está adaptado para procesar los datos que se obtienen del sistema de detección. El sistema de detección es capaz de detectar tanto la excentricidad como la longitud del tubo como una función del tiempo, lo que quiere decir que es capaz de detectar tanto la excentricidad como la longitud del tubo durante dicho movimiento relativo.

15 [0027] Una primera forma de realización del método para clasificar tubos de metal proporciona la definición de un primer umbral de excentricidad S_1 y de una primera longitud de referencia L_1 que está correlacionada con dicho primer umbral S_1 , y comprende las etapas de:

- a) medir la excentricidad del tubo a lo largo de la totalidad de la longitud global L_{tot} , por medio del sistema de detección, durante el movimiento relativo entre el tubo y el sistema de detección,
- b) ejecutar una primera suma de longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al primer umbral S_1 por medio del procesador,
- c) asignar una primera clase (la Clase 1) al tubo si el valor de dicha primera suma es más bajo que la primera longitud de referencia L_1 , de lo contrario asignar una segunda clase (la Clase 2) al tubo.

20 [0028] Una segunda forma de realización del método para clasificar tubos de metal proporciona la definición de

- un primer umbral de excentricidad S_1 ,
- un segundo umbral de excentricidad S_2 , más alto que el primer umbral S_1 ,
- una primera longitud de referencia L_1 que está correlacionada con dicho primer umbral S_1 , y
- una segunda longitud de referencia L_2 que está correlacionada con dicho segundo umbral S_2 ,

30 y comprende las etapas de:

- a) medir la excentricidad del tubo a lo largo de la totalidad de la longitud global L_{tot} , por medio del sistema de detección, durante el movimiento relativo entre el tubo y el sistema de detección,
- b) ejecutar, por medio del procesador, una primera suma de longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al primer umbral S_1 y una segunda suma de longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al segundo umbral S_2 ,
- c) asignar una tercera clase (la Clase 3) al tubo si el valor de la segunda suma es o bien más alto que o bien igual a dicha segunda longitud de referencia L_2 , de lo contrario asignar la segunda clase (la Clase 2) al tubo si el valor de la primera suma es o bien más alto que o bien igual a la primera longitud de referencia L_1 , de lo contrario asignar la primera clase (la Clase 1) al tubo.

45 [0029] Una tercera forma de realización del método para clasificar tubos de metal proporciona la definición de

- un primer umbral de excentricidad S_1 ,
- un segundo umbral de excentricidad S_2 , más alto que el primer umbral S_1 ,
- un tercer umbral de excentricidad S_3 , más alto que el segundo umbral S_2 ,
- una primera longitud de referencia L_1 que está correlacionada con dicho primer umbral S_1 ,
- una segunda longitud de referencia L_2 que está correlacionada con dicho segundo umbral S_2 ,
- una tercera longitud de referencia L_3 que está correlacionada con dicho tercer umbral S_3 ,

50 y comprende las etapas de:

- a) medir la excentricidad del tubo a lo largo de la totalidad de la longitud global L_{tot} , por medio del sistema de detección, durante el movimiento relativo entre el tubo y el sistema de detección,
- b) ejecutar, por medio del procesador, una primera suma de longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al primer umbral S_1 , una segunda suma de longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al segundo umbral S_2 , y una tercera suma de longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad más alta que el tercer umbral S_3 ,
- c) asignar una cuarta clase (la Clase 4) al tubo si el valor de la tercera suma es o bien más alto que o bien igual a la tercera longitud de referencia L_3 , de lo contrario asignar una tercera clase (la Clase 3) al tubo si el valor de la segunda suma es o bien más alto que o bien igual a la segunda longitud de referencia L_2 , de lo contrario asignar

la segunda clase (la Clase 2) al tubo si el valor de la primera suma es o bien más alto que o bien igual a la primera longitud de referencia L1, de lo contrario asignar la primera clase (la Clase 1) al tubo.

[0030] Una cuarta forma de realización del método para clasificar tubos de metal proporciona la definición de

- 5
- un primer umbral de excentricidad S1,
 - un segundo umbral de excentricidad S2, más alto que el primer umbral S1,
 - un tercer umbral de excentricidad S3, más alto que el segundo umbral S2,
 - un cuarto umbral de excentricidad S4, más alto que el tercer umbral S3,
- 10
- una primera longitud de referencia L1 que está correlacionada con dicho primer umbral S1,
 - una segunda longitud de referencia L2 que está correlacionada con dicho segundo umbral S2,
 - una tercera longitud de referencia L3 que está correlacionada con dicho tercer umbral S3, y
 - una cuarta longitud de referencia L4 que está correlacionada con dicho cuarto umbral S4,

15 y comprende las etapas de:

- a) medir la excentricidad del tubo a lo largo de la totalidad de la longitud global Ltot, por medio del sistema de detección, durante el movimiento relativo entre el tubo y el sistema de detección,
- 20 b) ejecutar, por medio del procesador, una primera suma de longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al primer umbral S1, una segunda suma de longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al segundo umbral S2, una tercera suma de longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad más alta que el tercer umbral S3, y una cuarta suma de longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad más alta que el cuarto umbral S4,
- 25 c) asignar una quinta clase (la Clase 5) al tubo si el valor de la cuarta suma es o bien más alto que o bien igual a la cuarta longitud de referencia L4, de lo contrario asignar una cuarta clase (la Clase 4) al tubo si el valor de la tercera suma es o bien más alto que o bien igual a la tercera longitud de referencia L3, de lo contrario asignar una tercera clase (la Clase 3) al tubo si el valor de la segunda suma es o bien más alto que o bien igual a la segunda longitud de referencia L2, de lo contrario asignar la segunda clase (la Clase 2) al tubo si el valor de la primera suma es o bien más alto que o bien igual a la primera longitud de referencia L1, de lo contrario asignar la primera clase (la Clase 1) al tubo.
- 30

[0031] En los siguientes ejemplos, el método de la invención proporciona la división de los tubos en cinco clases. Solo se asigna una de las cinco clases a cada tubo. Comenzando a partir de la primera clase, la Clase 1, que se asigna a los tubos de la mejor calidad en términos de la excentricidad, la calidad del tubo disminuye cada vez más, hasta que se llega a la última clase, la Clase 5, que está asignada a los tubos de la peor calidad.

35

[0032] Para los fines de asignación de las clases, se definen cuatro valores umbral, o umbrales de excentricidad, que se expresan en valor de porcentaje (% de e). En particular, el primer umbral S1 se puede seleccionar igual a un 2 %; el segundo umbral S2 se puede seleccionar igual a un 4 %; el tercer umbral S3 se puede seleccionar igual a un 6 %, el cuarto umbral S4, o último umbral, se puede seleccionar igual a un 8 %.

40

[0033] Sobre la base de la excentricidad que se mide en línea, una o más porciones de tubo pueden tener una excentricidad más baja que el primer umbral o que varía entre dos umbrales cercanos, o más alta que el último umbral. En otros términos, una o más porciones de tubo tienen una excentricidad que puede ser o bien más alta que o bien igual a uno o más de uno de los cuatro umbrales.

45

[0034] Para los fines de asignación de la clase, también se calcula la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al primer umbral S1, la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al segundo umbral S2, la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al tercer umbral S3, y la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al cuarto umbral S4.

50

[0035] Es evidente que la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S1 comprende también la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S2, al umbral S3 y al umbral S4, de forma respectiva. De la misma forma, la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S2 comprende también la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S3 y al umbral S4, de forma respectiva. Y una vez más, la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S3 comprende también la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S4.

55

60

[0036] Cada suma se compara con unos valores de longitud de referencia previamente determinados, o unas longitudes de referencia que se indican por medio de L1, L2, L3 y L4, y que están asociadas con el umbral de

65

excentricidad S1, S2, S3 y S4, de forma respectiva, definiendo de ese modo unas condiciones para asignar clases.

[0037] Si se satisfacen varias condiciones al mismo tiempo, de acuerdo con un criterio previamente definido, la clase que está asociada con el tubo es la clase más alta que se satisface, es decir, la clase que identifica un tubo de la peor calidad de acuerdo con la convención que se use.

[0038] Las condiciones para asignar clases son las siguientes:

El tubo se encuentra en la Clase 1 si la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S1 es más baja que una primera longitud de referencia L1, por ejemplo, igual a 30 m.

[0039] El tubo se encuentra en la Clase 2 si la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S1 es o bien más alta que o bien igual a la primera longitud de referencia L1.

[0040] El tubo se encuentra en la Clase 3 si la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S2 es o bien más alta que o bien igual a una segunda longitud de referencia L2, por ejemplo, igual a 20 m.

[0041] El tubo se encuentra en la Clase 4 si la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S3 es o bien más alta que o bien igual a una tercera longitud de referencia L3, por ejemplo, igual a 15 m.

[0042] El tubo se encuentra en la Clase 5 si la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S4 es o bien más alta que o bien igual a una cuarta longitud de referencia L4, por ejemplo, igual a 10 m.

[0043] Las figuras 1, 2, 3 ilustran, de forma respectiva, las gráficas que se obtienen a partir de las mediciones de excentricidad de tres tubos diferentes. La medición se tomó a lo largo de la totalidad de la longitud de cada tubo, que es igual a 86 m. La excentricidad de los tubos de cada ejemplo es diferente, tal como se describe adicionalmente en lo sucesivo.

[0044] El eje de abscisas en las gráficas que se ilustran en las figuras 1, 2, 3 ilustra un tiempo t. El eje de ordenadas ilustra los valores de excentricidad. Los umbrales de excentricidad S1, S2, S3 y S4 seleccionados se indican con una línea de trazo continuo.

[0045] Como alternativa, el eje de abscisas puede ilustrar una longitud.

Ejemplo 1

[0046] A partir de la excentricidad que se mide en un primer tubo que tiene una longitud de 86 m, y a partir de la gráfica que ilustra la misma (la figura 1), se plantea lo siguiente:

la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad entre el umbral S1 y el umbral S2 es igual a 27 m,

la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad entre el umbral S2 y el umbral S3 es igual a 54 m,

la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad entre el umbral S3 y el umbral S4 es igual a 5 m,

y, considerando las condiciones para asignar clases que se han descrito en lo que antecede, se plantea lo siguiente:

la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S1 es igual a 86 m, que es igual a la totalidad de la longitud del tubo (dada por la suma de 27 m + 54 m + 5 m),

la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S2 es igual a 59 m (dada por la suma de 54 m + 5 m),

la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S3 es igual a 5 m.

[0047] Por lo tanto, se satisfacen dos de las condiciones para asignar clases que se han definido en lo que antecede, es decir, la excentricidad del tubo es más alta que el umbral S1 para una longitud (86 m) más alta que L1 = 30 m, que es la condición para asignar la Clase 2, y la excentricidad del tubo es más alta que el umbral S2 para una longitud (59 m) más alta que L2 = 20 m, que es la condición para asignar la Clase 3. De acuerdo con el criterio previamente definido en lo que antecede, se asigna la clase más alta posible y, en este caso, se asigna la Clase 3 al tubo.

Ejemplo 2

5 **[0048]** A partir de la excentricidad que se mide en un segundo tubo que tiene una longitud de 86 m, y a partir de la gráfica que ilustra la misma (la figura 2), se plantea lo siguiente:

la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad más baja que el umbral S1, es igual a 51 m,

10 la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad entre el umbral S1 y el umbral S2 es igual a 23 m,

la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad entre el umbral S2 y el umbral S3 es igual a 12 m,

15 y, considerando las condiciones para asignar clases que se han descrito en lo que antecede, se plantea lo siguiente:

la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S1 es igual a 35 m (dada por la suma de 23 m + 12 m),

20 la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S2 es igual a 12 m.

[0049] Por lo tanto, se satisface una de las condiciones para asignar clases que se han definido en lo que antecede, es decir, la excentricidad del tubo es más alta que el umbral S1 para una longitud (35 m) más alta que $L1 = 30$ m. Esta es la condición para asignar la Clase 2, que es la clase que se asigna al tubo.

25 Ejemplo 3

[0050] A partir de la excentricidad que se mide en un tercer tubo que tiene una longitud de 86 m, y a partir de la gráfica que ilustra la misma (la figura 3), se plantea lo siguiente:

30 la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad entre el umbral S2 y el umbral S3 es igual a 5 m,

la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad entre el umbral S3 y el umbral S4 es igual a 37,5 m,

35 la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad más alta que el umbral S4, es igual a 43,5 m,

y, considerando las condiciones para asignar clases que se han descrito en lo que antecede, se plantea lo siguiente:

40 la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S1 es igual a 86 m, que es igual a la totalidad de la longitud del tubo (dada por la suma de 5 m + 37,5 m + 43,5 m),

la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S2 también es igual a 86 m, que es igual a la totalidad de la longitud del tubo (dada por la suma de 5 m + 37,5 m + 43,5 m),

45 la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S3 es igual a 81 m (dada por la suma de 37,5 m + 43,5 m),

la suma de las longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al umbral S4 es igual a 43,5 m.

50 **[0051]** Por lo tanto, se satisfacen cuatro de las condiciones para asignar clases que se han definido en lo que antecede, es decir:

- la excentricidad del tubo es o bien más alta que o bien igual al umbral S1 para una longitud (86 m) más alta que $L1 = 30$ m, que es la condición para asignar la Clase 2,

55 - la excentricidad del tubo es o bien más alta que o bien igual al umbral S2 para una longitud (86 m) más alta que $L2 = 20$ m, que es la condición para asignar la Clase 3,

- la excentricidad del tubo es o bien más alta que o bien igual al umbral S3 para una longitud (81 m) más alta que $L3 = 15$ m, que es la condición para asignar la Clase 4,

60 - y la excentricidad del tubo es o bien más alta que o bien igual al umbral S4 para una longitud (43,5 m) más alta que $L4 = 10$ m, que es la condición para asignar la Clase 5. De acuerdo con el criterio previamente definido en lo que antecede, se asigna la clase más alta posible y, en este caso, se asigna la Clase 5 al tubo.

[0052] El método de la invención se puede usar, por ejemplo, en asociación con una máquina de estirado para tubos del tipo que se muestra en la Figura 4. Una máquina de estirado 1 de este tipo, que define un eje longitudinal Y, comprende:

65

- una primera matriz 3, o matriz de trabajo, para ejecutar el estirado de un tubo 2 por medio del uso de un mandril;
- un dispositivo 5 para variar la inclinación del tubo que entra en dicha primera matriz 3;
- una segunda matriz 6, o matriz de pasada superficial, para ejecutar una operación de pasada superficial sobre el tubo, que está dispuesta aguas abajo de dicha primera matriz 3;
- 5 - un sistema de detección en línea para detectar la excentricidad del tubo;
- un sistema de procesamiento de datos 7 para procesar las señales que provienen de dicho sistema de detección y para enviar los datos de entrada a dicho dispositivo 5 para variar la inclinación del tubo con el fin de corregir la excentricidad del tubo en línea.

10 **[0053]** En una primera variante de la máquina de estirado, el sistema en línea para detectar la excentricidad del tubo comprende un primer cabezal de detección que está dotado de al menos tres transductores 8, preferiblemente cuatro transductores, que están dispuestos en el portamatriz de la segunda matriz 6. La provisión de estos transductores en la estructura de la matriz de pasada superficial, y no en la estructura de la matriz de trabajo, permite una duración aumentada de la vida útil de los transductores. De hecho, la segunda matriz 6 lleva a cabo solo una pasada sobre la superficie exterior del tubo (pasada superficial) para asegurar el contacto con el propio tubo, el grosor del cual necesita ser medido. Por lo tanto, la segunda matriz 6 experimentará un calentamiento que, a pesar de que es alto, es significativamente más bajo que el que experimenta la primera matriz 3.

20 **[0054]** El sistema de detección de excentricidad en línea también comprende un segundo cabezal de detección 9, que está dispuesto aguas abajo de dicha segunda matriz 6 y que está dotado de al menos tres transductores 8', preferiblemente pero no necesariamente un número de cuatro. Este segundo cabezal de detección permite que la excentricidad que se obtiene se mida y se verifique, asegurando de ese modo que el sistema está corrigiendo, y sin crear una excentricidad adicional. De forma ventajosa, este segundo cabezal de detección 9 está configurado para certificar los tubos de acuerdo con el método de la invención, mediante la asignación, a cada uno de los mismos, de un perfil de la variación de la excentricidad de los mismos a lo largo de la totalidad de la longitud de los mismos. Una certificación de este tipo permite que el fabricante dirija el tubo hacia un tipo de producción en lugar de hacia otro.

25 **[0055]** Dicho segundo cabezal de detección 9 se proporciona preferiblemente aguas abajo de una oruga 10, o un dispositivo de tracción, sobre el que están dispuestas tanto la primera matriz 3 como la segunda matriz 6.

30 **[0056]** Los transductores 8, 8' son preferiblemente del tipo ultrasónico y están dispuestos separados angularmente por igual uno con respecto a otro. En cualquier caso, se pueden usar otros tipos de transductores.

35 **[0057]** El número de transductores en cada cabezal de detección también puede ser más grande que cuatro, por ejemplo, igual a seis u ocho. Cuanto más grande sea el número de transductores, más precisa será la medición de excentricidad, por lo tanto la sensibilidad del dispositivo 5 para variar la inclinación del tubo se ha de diseñar con el fin de maximizar la precisión de la medición de excentricidad.

40 **[0058]** Se proporciona una cámara 13, que es coaxial con el eje longitudinal Y, entre la primera matriz 3 y la segunda matriz 6.

45 **[0059]** Como alternativa, en una segunda variante de la máquina de estirado, el primer cabezal de detección mencionado en lo que antecede se puede proporcionar en la cámara 13, que está dispuesta entre el portamatriz de la primera matriz 3 y el portamatriz de la segunda matriz 6, y comprende al menos tres transductores, preferiblemente del tipo ultrasónico y separados angularmente por igual uno con respecto a otro. También en este caso, el número de los transductores 8 es preferiblemente cuatro o más grande que cuatro. La estructura de la cámara 13 proporciona un canal 23 para el paso de unos medios de acoplamiento, preferiblemente aceite de estirado, en contacto con los extremos de los transductores y con el propio tubo 2. Este cabezal de detección detectará la excentricidad del tubo 2 inmediatamente después del estirado en la primera matriz 3 y antes de la operación de pasada superficial en la segunda matriz 6. Tomando la medición en esta cámara entre la matriz de trabajo y la matriz de pasada superficial permite que se obtenga una medición más exacta debido a que, en la cámara 13, el tubo es estacionario en la dirección transversal con respecto al eje Y, por lo tanto los transductores se pueden situar más cerca del tubo 2. Además, la señal ultrasónica no ha de cruzar materiales diferentes, tales como aquellos de los que se hacen las matrices, debido a que solo hay aceite entre el transductor y el tubo 2 que se va a medir. Por último, la cantidad más alta de aceite y el contacto no directo del transductor con la matriz caliente para el maquinado de deformación hace que un área de este tipo sea mejor para proteger los transductores frente al sobrecalentamiento.

50 **[0060]** En una tercera variante de la máquina de estirado, se proporcionan dos primeros cabezales de detección: uno provisto en la cámara 13, que está dispuesto entre el portamatriz de la primera matriz 3 y el portamatriz de la segunda matriz 6, y que comprende al menos tres transductores; el otro provisto en el portamatriz de la segunda matriz 6 y que está dotado de al menos tres transductores 8, tal como se describe para la primera variante.

55 **[0061]** Tanto en la segunda como en la tercera variante, el segundo cabezal de detección 9, que está dispuesto aguas abajo de la oruga 10, está configurado para certificar los tubos de acuerdo con el método de la invención y, preferiblemente, envía señales con la medición de excentricidad al sistema de procesamiento de datos 7 para el

ES 2 745 432 T3

envío subsiguiente de los datos de entrada al dispositivo 5 para variar la inclinación del tubo con el fin de variar la inclinación del tubo y corregir la excentricidad del tubo en línea.

5 **[0062]** Preferiblemente, el segundo cabezal de detección 9 está dispuesto a una distancia de 12 - 16 metros con respecto a la matriz de trabajo 3.

REIVINDICACIONES

1. Un método para clasificar un tubo de metal (2) que tiene una longitud total (L_{tot}), en donde se proporcionan un sistema de detección para detectar la excentricidad del tubo, que está adaptado para medir la excentricidad del tubo a lo largo de la totalidad de su longitud (L_{tot}), proporcionándose un movimiento relativo entre el tubo y el sistema de detección, y un procesador que está adaptado para procesar los datos que se obtienen de dicho sistema de detección, definiéndose en dicho método:
- un primer umbral de excentricidad (S_1),
 - una primera longitud de referencia (L_1) que está correlacionada con dicho primer umbral de excentricidad (S_1),
- comprendiendo el método las etapas de:
- a) medir la excentricidad del tubo a lo largo de la totalidad de la longitud total (L_{tot}), por medio del sistema de detección, durante dicho movimiento relativo,
 - b) ejecutar una primera suma de longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al primer umbral de excentricidad (S_1) por medio del procesador,
 - c) asignar una primera clase al tubo si el valor de dicha primera suma es más bajo que dicha primera longitud de referencia (L_1), de lo contrario asignar una segunda clase al tubo.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde se definen un segundo umbral de excentricidad (S_2), más alto que el primer umbral de excentricidad (S_1), y una segunda longitud de referencia (L_2), que está correlacionada con dicho segundo umbral de excentricidad (S_2), en donde, en la etapa b), también se ejecuta una segunda suma de longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al segundo umbral de excentricidad (S_2), y en la etapa c) se asigna una tercera clase al tubo si el valor de dicha segunda suma es o bien más alto que o bien igual a dicha segunda longitud de referencia (L_2), de lo contrario se asigna dicha segunda clase al tubo si el valor de dicha primera suma es o bien más alto que o bien igual a dicha primera longitud de referencia (L_1), de lo contrario se asigna la primera clase al tubo.
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde se definen un tercer umbral de excentricidad (S_3), más alto que el segundo umbral de excentricidad (S_2), y una tercera longitud de referencia (L_3), que está correlacionada con dicho tercer umbral de excentricidad (S_3), con lo que, en la etapa b), también se ejecuta una tercera suma de longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al tercer umbral de excentricidad (S_3), y en la etapa c) se asigna una cuarta clase al tubo si el valor de dicha tercera suma es o bien más alto que o bien igual a dicha tercera longitud de referencia (L_3), de lo contrario se asigna dicha tercera clase al tubo si el valor de dicha segunda suma es o bien más alto que o bien igual a dicha segunda longitud de referencia (L_2), de lo contrario se asigna dicha segunda clase al tubo si el valor de dicha primera suma es o bien más alto que o bien igual a dicha primera longitud de referencia (L_1), de lo contrario se asigna la primera clase al tubo.
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde se definen un cuarto umbral de excentricidad (S_4), más alto que el tercer umbral de excentricidad (S_3), y una cuarta longitud de referencia (L_4), que está correlacionada con dicho cuarto umbral de excentricidad (S_4), con lo que, en la etapa b), también se ejecuta una cuarta suma de longitudes de las porciones de tubo que tienen una excentricidad o bien más alta que o bien igual al cuarto umbral de excentricidad (S_4), y en la etapa c) se asigna una quinta clase al tubo si el valor de dicha cuarta suma es o bien más alto que o bien igual a dicha cuarta longitud de referencia (L_4), de lo contrario se asigna una cuarta clase al tubo si el valor de dicha tercera suma es o bien más alto que o bien igual a dicha tercera longitud de referencia (L_3), de lo contrario se asigna dicha tercera clase al tubo si el valor de dicha segunda suma es o bien más alto que o bien igual a dicha segunda longitud de referencia (L_2), de lo contrario se asigna dicha segunda clase al tubo si el valor de dicha primera suma es o bien más alto que o bien igual a dicha primera longitud de referencia (L_1), de lo contrario se asigna la primera clase al tubo.
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en donde dicho primer umbral de excentricidad (S_1) es igual a un 2 %, dicho segundo umbral de excentricidad (S_2) es igual a un 4 %, dicho tercer umbral de excentricidad (S_3) es igual a un 6 % y dicho cuarto umbral de excentricidad (S_4) es igual a un 8 %.
6. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la excentricidad del tubo a lo largo de la totalidad de su longitud (L_{tot}) se detecta en una máquina de estirado (1).
7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la excentricidad es detectada por un cabezal de detección (9) que está dispuesto aguas abajo de un dispositivo de tracción (10) del tubo de dicha máquina de estirado (1).

8. Un método de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, en donde dicho cabezal de detección (9) está dotado de unos transductores (8'), preferiblemente del tipo ultrasónico y separados angularmente por igual uno con respecto a otro.

5 9. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde se proporciona una detección de la longitud del tubo como una función del tiempo por medio de dicho sistema de detección.

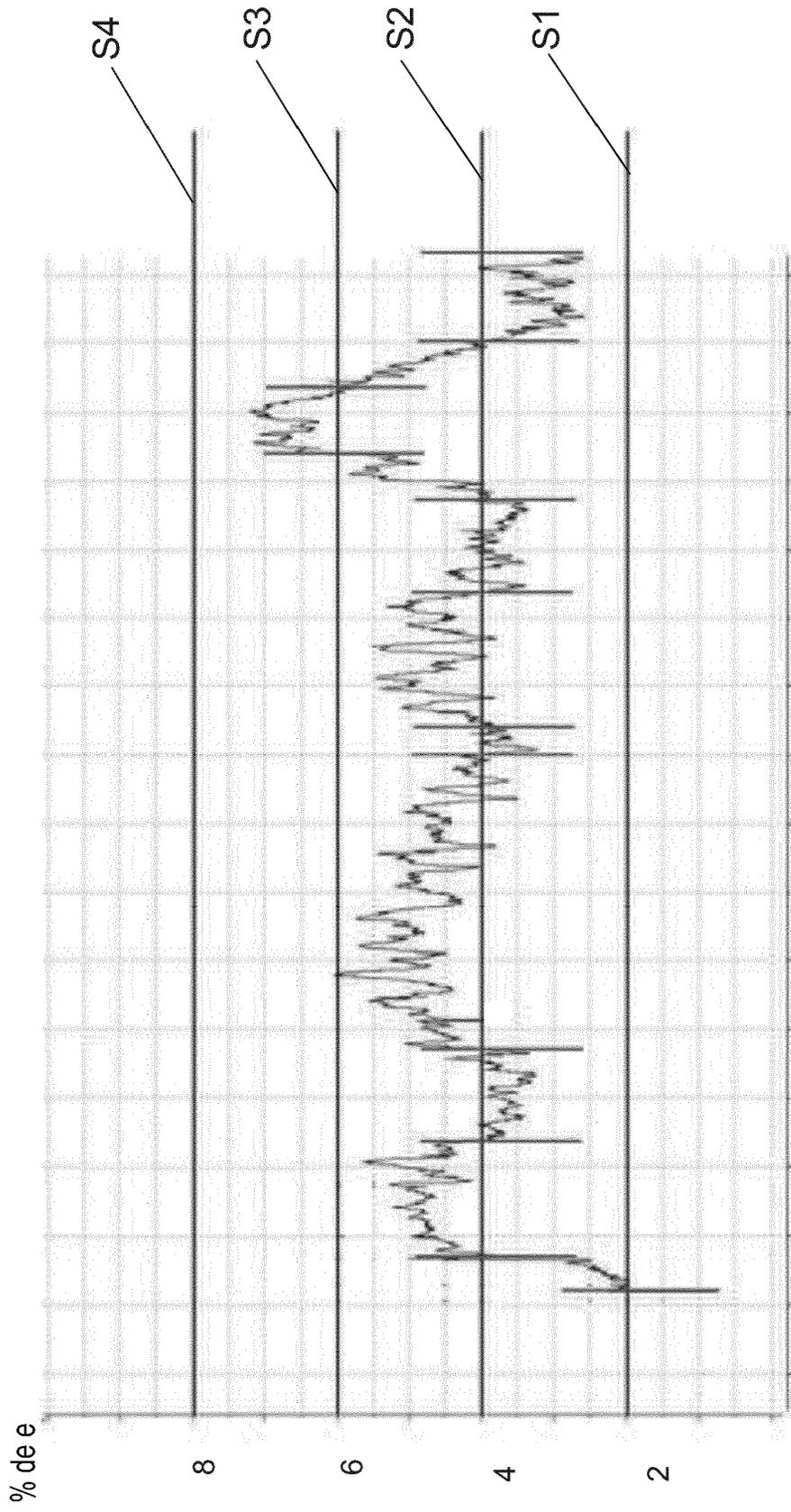


Fig. 1

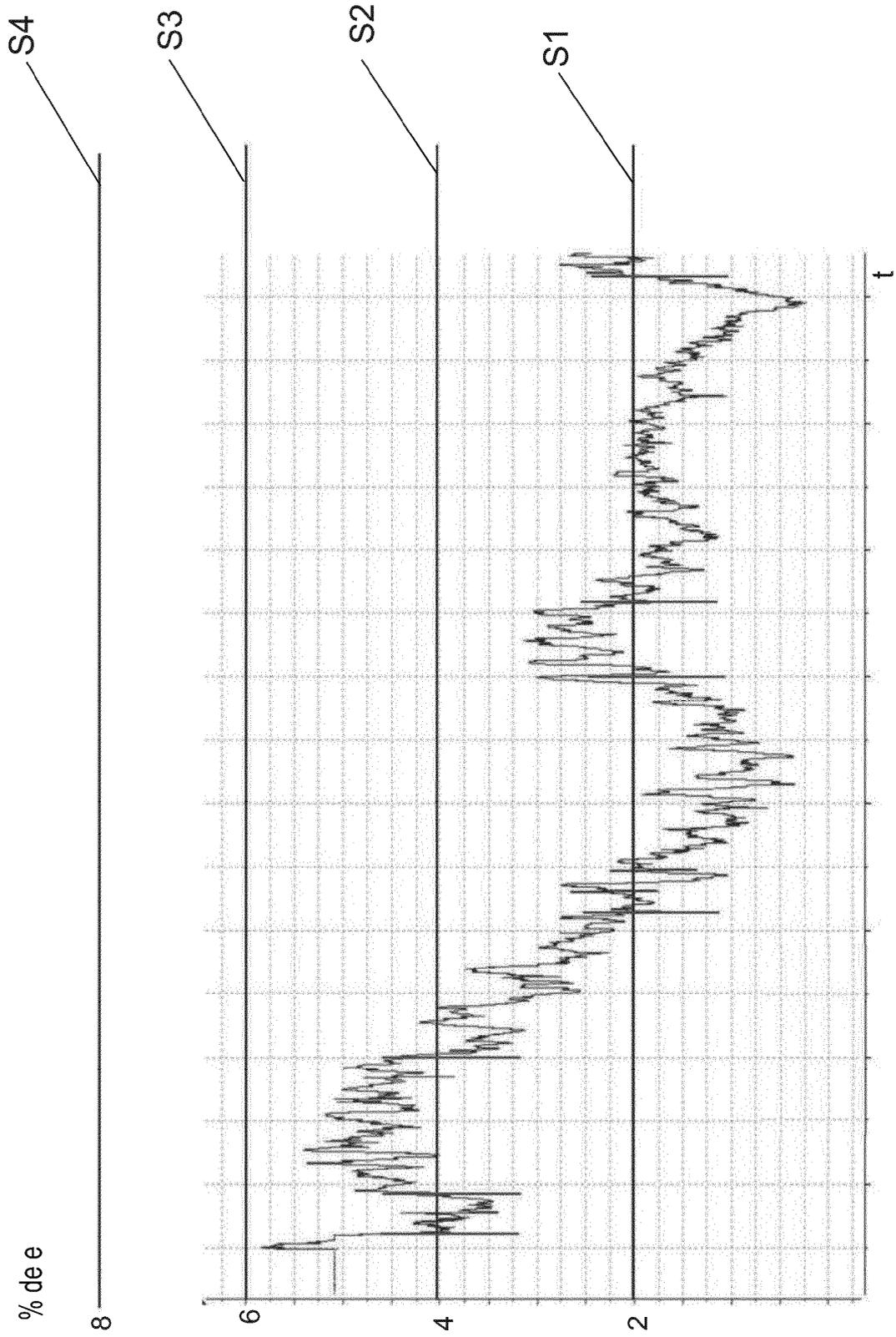


Fig. 2

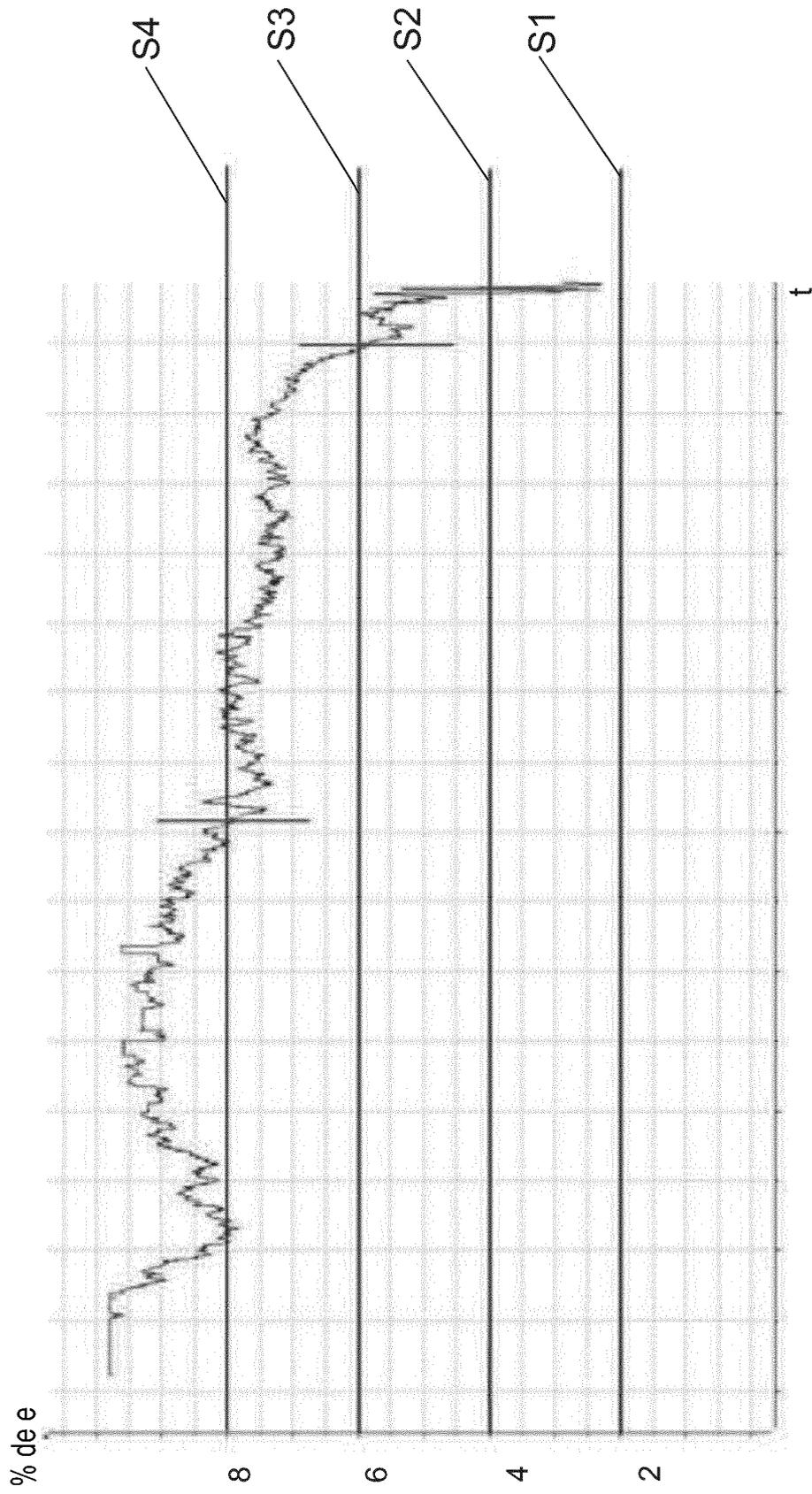


Fig. 3

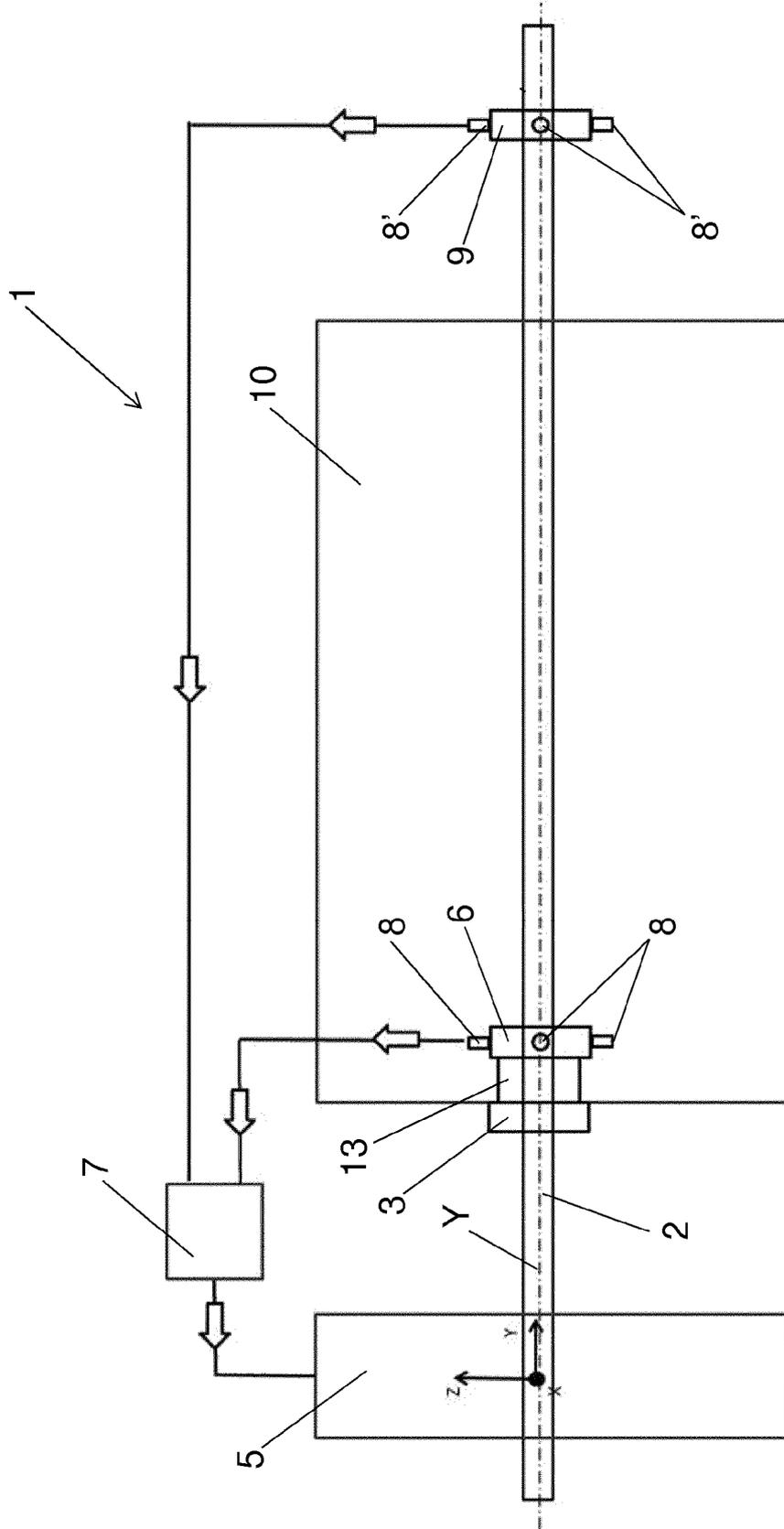


Fig. 4