

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 443 842**

21 Número de solicitud: 201231307

51 Int. Cl.:

**B22D 11/22** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**16.08.2012**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**20.02.2014**

71 Solicitantes:

**GERDAU INVESTIGACION Y DESARROLLO  
EUROPA, S.A. (100.0%)  
Barrio Ugarte, s/n  
48970 ELEXALDE-BASAURI (Bizkaia) ES**

72 Inventor/es:

**ALONSO OÑA, Izaskun;  
ARTEAGA AYARZA, Asier;  
CIRIZA CORCUERA, Javier y  
LARAUDOGOITIA ELORTEGUI, Juan Jose**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN SECUNDARIA EN EL PROCESO DE COLADA CONTINUA.**

57 Resumen:

Procedimiento de control de un sistema de refrigeración secundaria en el proceso de colada continua, donde el sistema de refrigeración secundaria comprende una pluralidad de boquillas configuradas para el pulverizado de agua, donde dicho procedimiento comprende las siguientes etapas: a) medir y registrar el caudal y la presión de agua en cada línea de colada obteniendo una pluralidad de curvas de la relación entre la presión y el caudal cada una de las zonas; b) visualizar, a través de un sistema de monitorización, al menos parte de la superficie de las palanquillas; y seccionar al menos una de la pluralidad de palanquillas, una vez realizadas las etapas a) y b) definidas anteriormente; donde dicha sección es utilizada para determinar la calidad y comportamiento del sistema de refrigeración secundaria.

**ES 2 443 842 A2**

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de control de un sistema de refrigeración secundaria en el proceso de colada continua.

5 **Objeto de la invención**

La presente invención se refiere a un procedimiento de control de un sistema de refrigeración secundaria en el proceso de colada continua de palanquilla; donde dicho procedimiento tiene aplicación en el sector de la industria siderúrgica.

10

Este procedimiento tiene como finalidad el dar la información necesaria para el control del sistema de refrigeración secundaria de las palanquillas en el proceso de colada continua, de forma que obtenga una elevada calidad tanto superficial como interna del producto a fabricar sin necesidad de implantar complejos sistemas o métodos de cuantificación de dicha calidad; donde adicionalmente la información puede ser fácilmente interpretada por los operarios, permitiendo conocer de forma anticipada el estado de la refrigeración secundaria, evaluando su posible efecto sobre la calidad superficial e interna y posibilitando el establecimiento de planes correctivos anticipados. Además, la manipulación y mantenimientos de los diferentes equipos que componen el procedimiento de control pueden realizarse de manera sencilla e intuitiva.

15

20

**Antecedentes de la invención**

A modo de introducción, es conocido que la primera fase de la solidificación del acero líquido en la fabricación vía colada continua, dicha solidificación comienza en el propio molde de cobre, es debida a la consecuencia directa del gradiente térmico que se establece entre el acero líquido y el agua de refrigeración del propio molde.

25

Y es en el momento donde el producto fabricado, denominado palanquilla, es extraído del molde; y donde dicha palanquilla presenta una capa exterior solidificada de espesor suficiente como para aguantar sin romperse a pesar de la presión ferrostática ejercida por el propio núcleo de la palanquilla aún en fase líquida.

30

En condiciones ideales, la solidificación total de la palanquilla, una vez extraída del molde, se conseguiría aumentando el espesor de manera progresiva de dicha primera capa exterior solidificada, con la mínima diferencia de temperatura en el espesor que se va formando, evitando de ese modo la aparición de tensiones termo mecánicas causantes de defectos tales como grietas o discontinuidades físicas y estructurales internas.

35

Pese a ello, existen factores como el deterioro de la calidad interna por segregación o la distancia del corte de la propia palanquilla que obligan a que toda la máquina de colada continua tenga que estar dotada con un sistema de refrigeración secundaria para forzar la extracción de calor de dicha palanquilla, ya sea mediante el pulverizado de agua o una combinación de aire y agua sobre la superficie de la palanquilla, acelerando de ese modo la solidificación de ésta. El diseño de este circuito depende del formato del semi-producto de colada continua, sección a refrigerar, así como otros parámetros del proceso como, por ejemplo, la velocidad de colada.

40

Es por ello que, para evitar la aparición de efectos negativos tanto superficiales como internos, es necesario asegurar un correcto funcionamiento de dicha refrigeración secundaria, mediante el pulverizado de agua controlado y optimizado, de forma que se consigan las condiciones de trabajo óptimas en cuanto a homogeneidad y fiabilidad del pulverizado.

45

En base a estos parámetros a controlar, se han ido introduciendo medidas de control del sistema de refrigeración secundaria descrito, pero donde tales medidas no permiten un control lo suficientemente completo del funcionamiento de dicho sistema, como por ejemplo:

50

- Control de los valores numéricos de la refrigeración secundaria, donde dichos valores son la presión y el caudal del agua de refrigeración en cada zona del circuito de refrigeración, de forma que dichos parámetros son leídos por un software de control de la máquina de colada continua, y chequeados con los valores objetivo ya tabulados y disponibles en soporte papel. Como ventaja principal se tiene que es una tarea sencilla de llevar a cabo, pero que no es lo suficientemente rápida y no permite identificar con claridad posibles tendencias a lo largo del tiempo.
- Post control gráfico de los datos del proceso de refrigeración secundaria registrados con una frecuencia de dos segundos, realizando una consulta a estas bases de datos de los valores de presión y caudal de agua, de forma que puedan ser contrastados con curvas de caudal y presión teóricas previamente definidas. Es por tanto un método "off-line" adecuado para hacer un estudio posterior a la obtención de la palanquilla, pero que no es efectivo para establecer medidas correctivas durante el proceso de colada continua.
- Valoración visual del aspecto térmico de las palanquillas en su recorrido por el sistema de refrigeración secundaria; la transferencia de información a través de una imagen es bastante más rápida y efectiva

55

60

65

que una valoración gráfica, e incluso puede detectarse anomalías como el descentrado de las boquillas de pulverización del agua de refrigeración. La principal desventaja radica en que para poder realizar estas observaciones, el operador tiene que abandonar la sala de control de la máquina de colada continua, descender hasta la propia máquina y observar a través de un ojo de buey de la puerta de la entrada a la cámara de refrigeración, teniendo en cuenta las altas temperaturas ambiente que debe soportar.

Es por ello que, a la vista de los antecedentes mencionados, y de los inconvenientes que presentan las herramientas estándares de control del sistema de refrigeración en colada continua descritos anteriormente, se hace necesario la aparición de un nuevo procedimiento de control que permita subsanar tales desventajas, de forma que sea lo suficientemente sencillo y simple para facilitar a los operarios la evaluación del funcionamiento de dicho sistema de refrigeración, además de ser lo suficientemente rápido como para permitir establecer acciones correctoras que permiten retornar a las condiciones de consigna con la mayor brevedad posible.

### Descripción de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento de control de un sistema de refrigeración secundaria en el proceso de colada continua sobre una pluralidad de palanquillas, aclarando que el término palanquilla se corresponde a un producto largo de acero de sección no obligatoriamente cuadrada ni que posee unas dimensiones estándares predefinidas; donde dicha pluralidad de palanquillas están destinadas a ser fabricadas vía colada continua, y donde el sistema de refrigeración comprende una pluralidad de boquillas configuradas para la pulverización de agua, sobre la superficie de dichas palanquillas; de forma que dicho procedimiento comprende las siguientes etapas:

- a) Medir el caudal y la presión del agua en la totalidad de las zonas del sistema de refrigeración secundaria, obteniendo una pluralidad de curvas de la relación de presión y caudal para cada una de las zonas y líneas, donde, a modo aclaratorio, dicha etapa mide y registra el caudal y la presión en cada zona del sistema de refrigeración secundaria para cada línea de colada, obteniendo una pluralidad de curvas de la presión y caudal obteniendo un total de 18 curvas en tiempo real.
- b) visualizar, a través de un sistema de monitorización, al menos parte de la superficie de las palanquillas durante su recorrido a lo largo de la línea de colada; es decir, por la cámara de duchas, de la refrigeración secundaria y donde dicha monitorización es tratada a través de un sistema de análisis de imagen configurado para medir la homogeneidad de la temperatura superficial de las palanquillas a través de la caracterización de la intensidad de luz en dicha superficie; y
- c) seccionar al menos una de la pluralidad de palanquillas, por línea de colada, una vez realizadas las etapas a) y b) definidas anteriormente; donde dicha sección es utilizada para determinar la calidad y comportamiento del sistema de refrigeración secundaria en base a la estructura de solidificación, calidad interna y calidad superficial que desvelan las muestras transversales de la palanquilla, completando la información obtenida de las curvas de presión y caudal de la etapa a) y los resultados del sistema de análisis de imagen de la etapa b).

A modo aclaratorio se observa que la etapa c) es principalmente utilizada en un número de palanquillas reducido, de cara a cuantificar el correcto funcionamiento de la refrigeración secundaria en base a la estructura de solidificación, calidad interna y calidad superficial que desvelan las muestras transversales de la palanquilla, siendo complemento de la información obtenida las curvas de presión y caudal de la etapa a); así como de la información extraída con el sistema de monitorización tras la interpretación de las imágenes con sistema de análisis de imagen.

A la vista de la etapa a), se observa cómo a partir del control "on-line" de las curvas de presión y caudal de agua en cada una de las zonas del circuito de refrigeración secundaria, se puede estimar si existe alguna fuga en el caso de que la presión disminuya con respecto a la teórica; o que por el contrario exista alguna obstrucción en el paso de agua cuando la presión aumenta respecto de la teórica.

En una realización preferente, la etapa a) se realiza con una frecuencia de un minuto, de tal forma que las situaciones problemáticas son identificadas con suma facilidad a través de un control a distancia de la desviación de la curva presión-caudal de cada punto con respecto a la curva teórica.

Con respecto a la etapa b), la valoración visual de al menos parte de la superficie de las palanquillas durante su recorrido a lo largo de la línea de colada reporta una información elevada; ya que el sistema de monitorización permite visualizar en tiempo real las palanquillas de todas las líneas de colada, y además, a través del sistema de análisis de imagen que se encuentra configurado para valorar la homogeneidad de la temperatura superficial de las palanquillas a través de la intensidad de luz en dicha superficie, se puede establecer una relación directa con el funcionamiento del sistema de refrigeración secundaria, ya que dicha intensidad de luz permite cuantificar si el material de la palanquilla está excesivamente refrigerado debido a alguna anomalía en el pulverizado de

agua, debido principalmente a que en esa zona la intensidad de luz es menor con respecto al resto de intensidad de luz de la superficie de la palanquilla monitorizada.

5 Y con respecto a la etapa c), el obtener secciones de al menos una de la pluralidad de palanquillas, denominado en el argot como análisis post-mortem, permite determinar la calidad y comportamiento del sistema de refrigeración secundaria en base a la estructura de solidificación, calidad interna y calidad superficial; de modo que la información de dicho análisis complementan la información obtenida de:

- 10
- Las curvas reflejan en tiempo real la relación entre presión y caudal de agua para cada línea y zona del sistema de refrigeración secundaria utilizadas en la etapa a); y
  - Las condiciones de pulverizado, relacionándolo con la temperatura superficial de las palanquillas, caracterizada a través del patrón de medición de la intensidad de luz en la palanquilla monitorizada en la etapa b).

15 De este modo, el procedimiento de control del sistema de refrigeración secundaria en el proceso de colada continua sobre una pluralidad de palanquillas definido a través de dichas tres etapas sencillas permite:

- 20
- Detectar, en tiempo real a través de los datos registrados y sin necesidad de realizar chequeos físicos del sistema, la existencia de fugas en el circuito de refrigeración y/o desprendimiento de alguna boquilla de pulverización de fluido refrigerante.
  - Detectar y evaluar el deterioro de las condiciones de pulverizado o la acumulación de suciedad en una pluralidad de filtros de las diferentes zonas del sistema de refrigeración secundaria.
  - 25 - Evaluar el grado de adecuación de la curva de refrigeración caudal-presión empleada para cada uno de los posibles tipos de aceros fabricados.
  - Detectar posibles problemas de alineación de la pluralidad de boquillas de pulverizado.
  - 30 - Detectar heterogeneidades en el espesor de la capa solidificada de cada palanquilla a la salida del molde, posiblemente provocadas por un comportamiento inadecuado de polvo del molde, o por una mala adecuación de los parámetros básicos de colada continua, por ejemplo la velocidad de colada, conicidad de molde, caudal de refrigeración primario (del propio molde), etc.
  - 35 - Evaluar de forma automática el perfil transversal de la palanquilla detectando deformaciones de cuadratura y posibles depresiones superficiales.

40 Se contempla la posibilidad de que en la etapa b), el sistema de monitorización comprende al menos una cámara óptica protegida para soportar unas condiciones muy extremas de temperatura y radiación; es decir, dicha, al menos una, cámara requiere una configuración avanzada de protección de unas condiciones muy extremas de temperatura y radiación (carcasas refrigeradas por agua, filtros de IR); de ese modo se permite controlar y monitorizar las imágenes en tiempo real y éstas pueden ser vistas y estudiadas en una pantalla instalada en una cabina de la colada continua.

45 De igual modo se contempla la existencia de un cable coaxial seleccionado para la transmisión de la señal de video, el cual está especialmente diseñado para aplicaciones de sistemas sometidos a elevadas temperaturas y adicionalmente todo el cableado (el de alimentación y el de señal de video) está protegido en toda su longitud con funda aislante.

50 Adicionalmente en la etapa b), se contempla la posibilidad de que el sistema de análisis de imagen configurado para caracterizar la temperatura superficial de las palanquillas a través de la interpretación de la intensidad de luz en al menos parte de la superficie de dichas palanquillas, obtiene un histograma de cada una de las imágenes, y mediante una técnica de umbral dinámico basada en la filosofía del método Otsu, suaviza las distribuciones a través de la media, reduciendo así el tiempo de cálculo; este cálculo permite traducir la información visual en información numérica, de forma que se puede correlacionar toda esta información con los parámetros de proceso y datos de calidad de la palanquilla.

60 Dicho cálculo permite realizar una traducción visual a numérica denominado, de modo preferente: "tanto por ciento de superficie de palanquilla de buena calidad"; donde dicho valor se calcula, por ejemplo, cada dos segundos y define el porcentaje de píxeles que reflejan una buena calidad superficial de cada una de las palanquillas. Dichos píxeles son aquellos que muestran una intensidad de luz elevada con respecto a la media de las intensidades de luz, definiendo una dispersión máxima y mínima configuradas para cuantificar la calidad de dicha palanquilla; por ejemplo, cualquier área oscura en la superficie de la palanquilla puede estar reflejando una mala refrigeración, mal comportamiento del polvo de colada, etc., lo que afecta directamente a la calidad superficial.

65

Las imágenes comprenden las siguientes características técnicas:

- Imágenes definidas en blanco y negro;
- 5 - Las condiciones bajo las que cada imagen es recogida son muy variables, debido a las condiciones ambientales, etc.; por ello se define la media y dispersiones máximas y mínimas con respecto a dicha media de intensidad de luz de la palanquilla.
- 10 - La peculiar distribución no espacial de la intensidad de luz en los diferentes puntos de la imagen; donde los histogramas de las imágenes muestran, de manera preferente, dos poblaciones de intensidades: una primera población de mucho peso que abarca intensidades de luz medias, y una segunda población que abarca rangos de intensidad de luz de 230 a 255 conteniendo un elevado número de píxeles.

15 El tratamiento de estas imágenes requiere la utilización de un método de umbral dinámico. Como solución inicial se contempla la posibilidad de utilizar el citado Método de Otsu. En dicho método se procede a calcular el valor umbral de la intensidad de luz de forma que la dispersión entre poblaciones sea la más alta posible. Para ello se calcula un cociente entre las variancias de las respectivas poblaciones y se calcula el valor umbral para que dicho cociente sea el máximo posible. Como solución alternativa ante un tiempo computacional elevado que puede ralentizar el desarrollo y valoración de dicha etapa b), el método finalmente aplicado suaviza las distribuciones de las imágenes a través de la media.

20 Por último, en la etapa c), la determinación de la calidad y comportamiento del sistema de refrigeración secundaria en base al análisis automatizado de la estructura de solidificación, calidad interna y calidad superficial que desvelan las muestras transversales de las palanquillas, se realiza a través de las siguientes etapas:

25 c1) iluminar la sección transversal de la palanquilla desde cada una de sus aristas, de forma que permite obtener una imagen nítida y sin píxeles saturados de la arista opuesta al foco de luz;

30 c2) fotografiar la sección transversal de la palanquilla bajo las distintas iluminaciones; y

c3) componer la totalidad de la sección de la palanquilla a través de la combinación de las fotografías realizadas en la etapa c2), una de imagen tomada bajo unas condiciones de iluminación ideales en dicha superficie.

35 La distancia de fotografiado en la etapa c2) es una distancia fija y calculada de tal manera que se asegura un campo de visión lo suficientemente amplio como para caracterizar la palanquilla en rangos de tamaños preferentes desde 130x130mm hasta 185x185mm. La muestra transversal de la palanquilla se sitúa sobre una superficie plana, de forma que se procede a fotografiar la muestra con una cámara situada en la parte inferior en posición vertical, asegurando un plano paralelo a la cámara y por tanto realizar las medidas en verdadera magnitud.

40 Así pues, de acuerdo con la invención descrita, el procedimiento de control de un sistema de refrigeración secundaria en el proceso de colada continua de palanquillas constituye una importante novedad en procedimientos de control pertenecientes al estado del arte, describiendo un proceso a seguir capaz de obtener una elevada calidad tanto superficial como interna de la palanquilla a fabricar sin necesidad de implantar complejos sistemas o métodos de cuantificación de dicha calidad; donde adicionalmente la información puede ser fácilmente interpretada por los operarios, permitiendo conocer de forma anticipada el estado de la refrigeración secundaria, evaluando su posible efecto sobre la calidad superficial e interna y posibilitando el establecimiento de planes correctivos anticipados. Además, la manipulación y mantenimientos de los diferentes equipos que componen el procedimiento de control puede realizarse de manera sencilla e intuitiva, y sin afectar a las etapas básicas de refrigeración y extracción de la palanquilla a fabricar.

### Descripción de las figuras

55 En este caso, y debido a la no necesidad de complementar la descripción que se está realizando, no se acompaña como parte integrante de dicha descripción, ninguna serie de dibujos o figuras adicionales o explicativas acorde con la descripción realizada, al considerarse suficientemente clara y con las etapas correctamente descritas anteriormente.

### Realización preferente de la invención

60 El procedimiento de control del sistema de refrigeración secundaria de la colada continua de palanquilla donde el sistema de refrigeración comprende una pluralidad de boquillas configuradas para el pulverizado controlado de agua; dicho procedimiento comprende las siguientes etapas:

d) a) Medir el caudal y la presión del agua en la totalidad de las zonas del sistema de refrigeración secundaria, obteniendo una pluralidad de curvas de la relación de presión y caudal para cada una de las zonas y líneas.

5 b) Visualizar, a través de un sistema de monitorización, la superficie de totalidad de las palanquillas durante la etapa de refrigeración secundaria y donde las imágenes procedentes de dicha monitorización se tratan a través de un sistema de análisis de imagen configurado para evaluar la homogeneidad de la temperatura superficial de las palanquillas a través de la caracterización de la intensidad de luz en dicha superficie; el sistema de monitorización comprende una pareja de cámaras ópticas y requiere una configuración avanzada para protegerlas de unas condiciones muy extremas de temperatura y radiación (carcasas refrigeradas por agua, filtros IR para filtrar la radiación emitida por las palanquillas,...); y

10 c) Seccionar al menos una de la pluralidad de palanquillas, cuyas condiciones de refrigeración han sido previamente caracterizadas por las tareas en las etapas a) y b); dicha sección es utilizada para determinar la calidad y comportamiento del sistema de refrigeración secundaria completando la información obtenida de las curvas de presión y caudal de la etapa a) los resultados del sistema de análisis de imagen de la etapa b) a través de estructura de solidificación, calidad interna y calidad superficial que desvelan las muestras transversales de la palanquilla.

15 En relación a la etapa b) el sistema de análisis de imagen está configurado para cuantificar la calidad de las palanquillas; donde dicho cálculo permite realizar una traducción visual a numérica definido como: "tanto por ciento de superficie de palanquilla de buena calidad". Para ello, se caracteriza la intensidad de luz en la superficie de la totalidad de las palanquillas según una técnica de análisis de imagen de umbral dinámico basada en la filosofía del método Otsu, pero que suaviza las distribuciones a través de la media, ahorrando así tiempo de cálculo; donde dicho valor se calcula cada dos segundos y define el porcentaje de píxeles que reflejan una buena calidad superficial de dichas palanquillas.

20 Por último, en la etapa c), la determinación de la calidad y comportamiento del sistema de refrigeración secundaria en base al análisis automatizado de la estructura de solidificación, calidad interna y calidad superficial que desvelan las muestras transversales de las palanquillas, se realiza a través de las siguientes etapas:

25 c1) iluminar la sección transversal de la palanquilla desde cada una de sus aristas;

30 c2) fotografiar la sección transversal de la palanquilla bajo diferentes iluminaciones; y

35 c3) componer la totalidad de la sección de la palanquilla a través de la combinación de las fotografías realizadas en la etapa c2, obteniendo por tanto un tratamiento de imagen tomada bajo unas condiciones de iluminación ideales en dicha superficie.

40 Donde la distancia de fotografiado en la etapa c2) es una distancia fija y calculada de tal manera que se asegura un campo de visión lo suficientemente amplio como para caracterizar las secciones transversales de la palanquilla en rangos de tamaños desde 130x130mm hasta 185x185mm. Y donde la muestra transversal de la palanquilla se sitúa sobre una superficie plana, de forma que se procede a fotografiar la muestra de la palanquilla con una cámara situada en la parte inferior en posición vertical.

45 A la vista de esta descripción el experto en la materia podrá entender que las realizaciones de la invención que se han descrito pueden ser combinadas de múltiples maneras dentro del objeto de la invención. La invención ha sido descrita según algunas realizaciones preferentes de la misma, pero para el experto en la materia resultará evidente que múltiples variaciones pueden ser introducidas en dichas realizaciones preferentes sin exceder el objeto de la invención reivindicada.

50

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Procedimiento de control de un sistema de refrigeración secundaria de colada continua de palanquilla, donde el sistema de refrigeración secundaria comprende una pluralidad de boquillas configuradas en diferentes zonas para la pulverización de agua, **caracterizado** por que dicho procedimiento comprende las siguientes etapas:
- 10 a) medir y registrar el caudal y la presión de agua en cada línea de colada y zona del sistema de refrigeración secundaria, obteniendo una pluralidad de curvas de la relación entre la presión y el caudal cada una de las zonas;
- 15 b) visualizar, a través de un sistema de monitorización, al menos parte de la superficie de las palanquillas en su recorrido a lo largo de la línea de colada a su paso por la cámara de duchas del sistema de refrigeración secundaria, y donde dicha monitorización es tratada a través de un sistema de análisis de imagen configurado para medir la homogeneidad de la temperatura superficial de las palanquillas a través de la caracterización de la intensidad de luz en dicha superficie; y
- 20 c) seccionar al menos una de la pluralidad de palanquillas, una vez realizadas las etapas a) y b) definidas anteriormente; donde dicha sección es utilizada para determinar la calidad y comportamiento del sistema de refrigeración secundaria en base a la estructura de solidificación, calidad interna y calidad superficial que desvelan las muestras transversales de la palanquilla, completando la información obtenida de las curvas de presión y caudal de la etapa a) y los resultados del sistema de análisis de imagen de la etapa b).
- 25
- 30 2.- Procedimiento de control de un sistema de refrigeración secundaria de colada continua de palanquilla, según la reivindicación 1, **caracterizado** por que en la etapa b), el sistema de monitorización comprende al menos una cámara óptica protegida para soportar unas condiciones muy extremas de temperatura y radiación.
- 35 3.- Procedimiento de control de un sistema de refrigeración secundaria de colada continua de palanquilla, según la reivindicación 2, **caracterizado** por que dicha, al menos una, cámara óptica comprende una pluralidad de cristales configurados para filtrar una radiación emitida por las palanquillas.
- 40 4.- Procedimiento de control de un sistema de refrigeración secundaria de colada continua de palanquilla, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que en la etapa b), el sistema de análisis de imagen configurado para medir la intensidad de luz en al menos parte de la superficie de dicha, al menos una, palanquilla calcula la media de las intensidades de luz y define una dispersión máxima y mínima configuradas para cuantificar la calidad de dicha palanquilla.
- 45 5.- Procedimiento de control de un sistema de refrigeración secundaria de colada continua de palanquilla, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que en la etapa c), la cuantificación de la calidad de las curvas de presión y caudal de la etapa a) así como la cuantificación de la calidad del sistema de análisis de imagen de la etapa b), se realiza a través de las siguientes etapas:
- 50 c1) iluminar la sección de la palanquilla desde cada una de sus aristas;
- c2) fotografiar la sección transversal de la palanquilla bajo diferentes iluminaciones; y
- c3) componer la totalidad de la sección de la palanquilla a través de la combinación de las fotografías realizadas en la etapa c2.