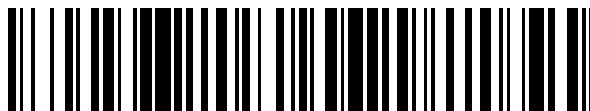


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 496**

21 Número de solicitud: 201531726

51 Int. Cl.:

G06Q 50/04 (2012.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

27.11.2015

30 Prioridad:

19.12.2014 MX MX/a/2014/016013

43 Fecha de publicación de la solicitud:

20.06.2016

71 Solicitantes:

**GROBER LEON S.A. DE C.V. (100.0%)
C. Lamda Nº. Ext. 201 H Col. Industrial Delta
37545 LEÓN, GUANAJUATO MX**

72 Inventor/es:

**LÓPEZ PADILLA, Victor Eduardo y
MANCHO SANZ, Sebastian**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **SISTEMA DE INSPECCIÓN PARA IDENTIFICAR DEFECTOS EN LOS CORDONES
TRENZADOS**

57 Resumen:

Sistema de inspección para identificar defectos en los cordones trenzados y corregirlos durante un proceso de trenzado en una máquina de trenzado. El sistema comprende medios de captura de imagen dispuestos de manera radial sobre el cordón trenzado para observarlo desde varios ángulos; fuentes emisoras de luz opuestas a los medios de captura de imagen para capturar las imágenes a contraluz; y una computadora con una unidad de procesamiento configurada para recibir y analizar las imágenes capturadas por los medios de captura de imagen, identificando automáticamente los defectos en el cordón, al analizar el diámetro aparente del cordón en cada imagen; un controlador que emite una señal de paro cuando se detecta un defecto para detener el proceso de trenzado y corregir la irregularidad detectada.

ES 2 574 496 A2

**SISTEMA DE INSPECCIÓN PARA IDENTIFICAR DEFECTOS EN LOS CORDONES
TRENZADOS**

DESCRIPCIÓN

5

La presente invención se refiere a un sistema de inspección para identificar defectos en los cordones trenzados durante un proceso continuo de trenzado; más particularmente, la presente invención se refiere a un sistema de inspección para identificar defectos en los cordones trenzados inmediatamente después del punto de trenzado de forma que ante la presencia de una irregularidad, se puede detener el mecanismo de trenzado para deshacer el defecto y reanudar la operación.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15

En la actualidad se usan materiales trenzados tales como cordones, cuerdas, fundas y cables trenzados para diferentes aplicaciones, tales como globos aerostáticos y paracaídas. En estas aplicaciones, dichos materiales trenzados deben presentar cero defectos en su fabricación, resultando en la necesidad de llevar a cabo el trenzado de materiales alargados en longitudes largas sin defectos. Dicho trenzado de materiales es realizado en una máquina conocida como trenzadora. Hay distintas condiciones de operación en la trenzadora que derivan en defectos, tales como roturas de hilos, materiales extraños, tensión irregular en uno o varios hilos, y desfibrados. En términos prácticos, es imposible asegurar que ningún defecto se presente durante el proceso de trenzado continuo de un cordón. Por lo tanto, la mejor estrategia para reducir la presencia de defectos y reducir el desperdicio es la inspección continua del cordón mientras se trenza.

20

25

Sin embargo, en el estado de la técnica no existe un sistema de trenzado con la capacidad de identificar defectos al tiempo del trenzado con el fin de corregirlos mediante el paro de la máquina de trenzado para deshacer dicho defecto y reanudar la operación. En este sentido, en el estado de la técnica únicamente se ha encontrado un sistema de inspección de cordones fuera de línea, es decir, la inspección se realiza después de que la máquina ha terminado de trenzar los materiales alargados. Este tipo de sistemas presentan la

30

desventaja de no permitir la corrección de los defectos durante el proceso de trenzado. En caso de identificar defectos, los tramos que los contienen deben ser cortados y desechados, lo cual resulta en pérdidas económicas por el desperdicio considerable de materia prima y producto terminado.

5

De igual forma, en el estado de la técnica existen sistemas de paro para las máquinas de trenzar que implementan dispositivos mecánicos que identifican cuando uno de los hilos que integran el cordón se rompe. Sin embargo, estos sensores de presencia del hilo identifican únicamente una de varias condiciones que dan origen a un defecto en el
10 producto trenzado.

De conformidad con lo anterior, en el estado de la técnica se encontró el documento **US 2014/0036061 A1**, el cual divulga un sistema y método de inspección para un telar, sin embargo este sistema sólo detecta las irregularidades en el tejido de una porción de la
15 superficie plana de la tela mediante el uso de un solo dispositivo de imagen. El sistema de detección divulgado por dicho documento únicamente es aplicable a tejidos planos, como la tela. No es efectivo para detectar irregularidades en un producto trenzado con geometría cilíndrica o similar, como son los cordones, porque evalúa las características locales del tejido, pero no analiza las dimensiones del producto. De igual forma, aunque el
20 sistema divulgado por dicho documento **US 2014/0036061 A1**, comprende un sistema de paro en caso de detectar una falla crítica en el tejido, dicho sistema no está configurado para corregir las fallas encontradas mediante la acción de revertir el proceso de tejido, ya que una vez que se ha realizado dicho tejido, éste no puede deshacerse. Como se describe en dicho documento, el paro de la máquina de tejido se efectúa únicamente para
25 ajustar los parámetros de operación de dicha máquina de forma que el tejido subsecuente no contenga las mismas fallas.

Por lo tanto, no existe en el estado de la técnica un sistema de trenzado de cordones con la capacidad de identificar defectos en línea que incorpore un sistema inteligente asistido
30 por visión por computadora, integrado por dispositivos de captura de imágenes y algoritmos para el procesamiento y análisis de imágenes, el cual permita el trenzado de largas longitudes sin fallas por medio de la identificación de errores en el trenzado, la

activación de un paro del proceso seguido de la operación de destrenzado, y la reanudación del proceso de trenzado.

OBJETOS DE LA INVENCION

5

Es por lo tanto un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de inspección mediante visión computarizada para identificar defectos en los cordones trenzados en línea con el mecanismo de trenzado con el fin de corregirlos.

10 Otro objeto de la invención, es proporcionar un sistema de inspección para identificar defectos en los cordones trenzados que permita la fabricación de largas longitudes de cordón sin fallas o defectos en su fabricación.

Otro objeto más de la invención es proporcionar un sistema de inspección para identificar
15 defectos en los cordones trenzados, que en caso de detectar un defecto, permita realizar un paro en el proceso de trenzado, revertir dicho proceso y así corregir el error, para posteriormente reanudar el proceso de trenzado.

Es todavía un objetivo adicional de la presente invención proporcionar un sistema de
20 inspección para identificar defectos en los cordones trenzados que opera sin la necesidad de introducir las especificaciones del producto trenzado que inspecciona.

Un objeto adicional de la invención es proporcionar un sistema de inspección para
25 identificar defectos en los cordones trenzados que sea sensible tanto a defectos evidentes, tales como la rotura de un hilo, así como defectos sutiles, tales como la falta de uniformidad en la tensión de los hilos que componen el trenzado.

Otro objeto adicional de la presente invención es proporcionar un sistema de inspección
30 para identificar defectos en los cordones trenzados que reduzca al mínimo el desperdicio de material.

Es todavía un objeto adicional de la presente invención el proporcionar un sistema de inspección para identificar defectos en los cordones trenzados considerando la dimensión del defecto la cual se basa en la longitud y la magnitud de cada defecto.

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Estos y otros objetos se alcanzan mediante un sistema de inspección para identificar defectos en los cordones trenzados durante un proceso de trenzado que implemente un mecanismo de paro de máquina, activación de reversa de máquina y la reanudación del proceso de trenzado en una máquina de trenzado. Este sistema es conformado por: una interfaz de usuario que en la configuración preferida de la presente invención se denomina monitor táctil desde el cual se establecen variables y parámetros del sistema; una pluralidad de dispositivos de captura de imagen, denominados cámaras, dispuestos de manera radial alrededor del cordón trenzado, las cuales están configuradas para observar el cordón trenzado desde varios ángulos; una pluralidad de fuentes emisoras de luz, las cuales están opuestas a un ángulo de aproximadamente 180° a dicha pluralidad de cámaras, de forma que las imágenes capturadas por las cámaras se realizan a contraluz; y una unidad de procesamiento conectada de manera operativa a dicha pluralidad de cámaras y fuentes emisoras de luz, que efectúa procesamiento y análisis de las imágenes capturadas por cada una de las cámaras para identificar de forma automática los defectos o irregularidades en el cordón; una unidad de almacenamiento configurada para guardar la información de los defectos identificados incluyendo las imágenes obtenidas por cada una de la pluralidad de cámaras. Dicho sistema de inspección integra adicionalmente un controlador conectado operativamente al sistema de control de la máquina trenzadora, de tal forma que cuando es detectada una falla o irregularidad en el producto, dicho controlador emite una señal de alerta y genera una señal de paro. Esta señal detiene la máquina y el proceso de trenzado con el fin de iniciar un proceso de reversa o inversión para destrenzar el cordón y corregir el defecto o irregularidad, para después reiniciar el proceso de trenzado. De esta manera es posible el trenzado de cordones libres de defectos en la totalidad de su longitud.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es una vista esquemática del sistema de inspección para identificar defectos en los cordones trenzados de la presente invención.

5

La Figura 2 es una vista esquemática de los medios de captura de imágenes.

La Figura 3 es una vista esquemática del arreglo radial de los medios de captura de imágenes.

10

Las Figuras 4A a 4E muestran los diferentes tipos de fallas detectadas por el sistema de inspección para identificar defectos en los cordones trenzados de la presente invención.

La Figura Figuras 5A a 5E muestran las fronteras identificadas para las imágenes de las figuras 4A a 4E.

15

La Figura 6 es una representación gráfica de la posición de los píxeles de una frontera y fuera de ella los cuales determinan la dimensión del defecto basado en la magnitud y longitud del mismo defecto.

20

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema de inspección para identificar defectos en los cordones trenzados que implemente un mecanismo de paro de máquina, activación de reversa de máquina y la reanudación del proceso de trenzado en una máquina de trenzado. Este sistema es conformado por: una interfaz de usuario que en la configuración preferida de la presente invención se denomina monitor táctil desde el cual se establecen variables y parámetros del sistema; una pluralidad de dispositivos de captura de imagen, denominados cámaras, dispuestos de manera radial alrededor del cordón trenzado, las cuales están configuradas para observar el cordón trenzado desde varios ángulos; una pluralidad de fuentes emisoras de luz, las cuales están opuestas a un ángulo de aproximadamente 180° a dicha pluralidad de cámaras, de forma que las imágenes

25

30

capturadas por las cámaras se realizan a contraluz; y una unidad de procesamiento conectada de manera operativa a dicha pluralidad de cámaras y fuentes emisoras de luz, que efectúa procesamiento y análisis de las imágenes capturadas por cada una de las cámaras para identificar de forma automática los defectos o irregularidades en el cordón; una unidad de almacenamiento configurada para guardar la información de los defectos identificados incluyendo las imágenes obtenidas por cada una de la pluralidad de cámaras. Dicho sistema de inspección integra adicionalmente un controlador conectado operativamente al sistema de control o paro de la máquina trenzadora, de tal forma que cuando es detectada una falla o irregularidad en el producto, dicho controlador emite una señal de alerta y genera una señal de paro. Esta señal detiene la máquina y el proceso de trenzado con el fin de iniciar un proceso de reversa o inversión para destrenzar el cordón y corregir el defecto o irregularidad, para después reiniciar el proceso de trenzado. De esta manera es posible el trenzado de cordones libres de defectos en la totalidad de su longitud.

La identificación de los defectos en los cordones trenzados se realiza a través de: la captura de imágenes por la cámaras antes mencionadas; el cálculo e identificación de los límites y fronteras del material trenzado; la identificación de los píxeles que se encuentran fuera de los límites y fronteras inferior y superior y el cálculo de la dimensión de los defectos con base en la magnitud y longitud de cada defecto identificado.

La pluralidad de cámaras que conforman a los medios de captura de imágenes computarizados de la presente invención, se refieren a cámaras del tipo: fotográficas y/o video las cuales puedan llevar a cabo captura de imágenes consecutivas acordes a la velocidad de trenzado y cuya resolución proporcione el detalle de imagen necesario para la identificación de los errores señalados.

De igual forma, las fuentes emisoras de luz son fuente extendidas con una superficie aparente mayor que el diámetro del cordón. La luminancia de dichas fuentes es significativamente mayor que la luminancia del cordón por reflexión de luz ambiente u otras fuentes, sin importar material o color de producto trenzado.

Ahora bien, con referencia a las Figuras 1-3 se aprecia de manera esquemática la configuración preferida del sistema de inspección para identificar defectos en los cordones trenzados de la presente invención numerado generalmente en 1000 durante su aplicación en una máquina trenzadora 2000, en este sentido, solo se muestran los componentes
5 esenciales de dicha máquina trenzadora que intervienen directamente en el sistema de inspección, ya que los demás componentes que conforman a dicha máquina son bien conocidos en el estado de la técnica, lo cual será evidente para un técnico en la materia.

Dicha máquina trenzadora 2000 comprende en esencia medios accionadores (no mostrados), una pluralidad de carretes 2100 y 2200 que proveen material alargado 2210 y 2110 y están montados en una estructura con desplazamiento rotacional y de traslación para realizar el trenzado. La acción combinada del desplazamiento de los carretes y el anillo o punto de trenzado 2300 forman el cordón trenzado 3000, el cual es transportado por medio de poleas P hacia el recipiente de producto terminado (no mostrado). Aunque en
10 la Figura 1 se muestran dos medios proveedores de hilos o carretes 2100 y 2200, la configuración preferida la máquina trenzadora puede comprender tres o más medios proveedores de materiales alargados.

Con referencia a las Figuras 1 y 2, dicho sistema de inspección 1000 comprende una
20 interfaz de usuario 1300 desde la cual se establecen variables, parámetros del sistema; medios de captura de imagen 1100 con un campo de visión 1130 dispuestos adyacentes al punto de trenzado 2300, los cuales tienen la función de detectar o identificar defectos o irregularidades en los cordones trenzados 3000 en la máquina trenzadora, dichos medios de captura de imagen 1100 están compuestos por una pluralidad de cámaras 1110 y por
25 una pluralidad de fuentes emisoras de luz 1120, las cuales están dispuestas de manera opuesta a dicha pluralidad de cámaras 1110 a un ángulo de 180°, de forma que las imágenes capturadas por la pluralidad de cámaras 1110 son capturadas a contraluz. Dicha pluralidad de cámaras 1110 y fuentes emisoras de luz 1120 están dispuestas de manera radial alrededor de dicho cordón trenzado 3000 para observar el cordón trenzado 3000 y
30 capturar imágenes desde varios ángulos.

En el diagrama de la Figura 2 se muestra a detalle la configuración de la pluralidad de los medios de captura de imagen 1100, compuestos por una cámara 1110 y una fuente de emisión luz 1120. El cordón trenzado 3000 se encuentra entre la cámara 1110 y la fuente de emisión de luz 1120. La fuente de emisión de luz 1120 es una fuente extendida uniformemente iluminada cuya superficie cubre la totalidad del campo de visión 1130 de la cámara 1110.

Aunque en la configuración preferida mostrada en la Figura 3 la pluralidad de cámaras y fuentes emisoras de luz se refiere a tres cámaras 1110A, 1110B y 1110C y tres fuentes emisoras de luz 1120A, 1120B y 1120C, con sus respectivos campos de visión 1130A, 1130B y 1130C, en configuraciones adicionales de la presente invención, dicha pluralidad de cámaras y fuentes emisoras de luz puede ser de cinco cámaras y cinco fuentes emisoras de luz sin apartarse del alcance de la presente invención.

Con referencia de nuevo a la Figura 1, dicho sistema de inspección 1000 comprende adicionalmente en la configuración preferida, una computadora de uso industrial 1200, la cual está conectada de manera operativa a una interfaz de usuario 1300 y a dichos medios de captura de imagen 1100, para recibir, y procesar las imágenes capturadas por cada una de dichas cámaras 1110 y determinar si la porción del cordón 3000 tomada por las cámaras tiene una falla o irregularidad, y en caso de tenerla el controlador 1400 envíe señales de paro, reversa y/o reanudación a la máquina para corregirla.

Dicha computadora 1200 está configurada para recibir las imágenes capturadas por la pluralidad de cámaras 1110. Asimismo, dicha computadora 1200 comprende una unidad de procesamiento de imagen 1220, la cual está configurada para procesar y analizar las imágenes recibidas y determinar la existencia de una falla o irregularidad en el cordón 3000 la cual es indicada en dicha interfaz de usuario 1300, en donde la determinación de la falla es realizada automáticamente por el sistema al analizar el diámetro aparente del cordón en cada segmento del mismo capturado en cada una de las imágenes tomadas por la pluralidad de cámaras 1110, en donde el sistema automáticamente en función de la imagen calcula los límites de material trenzado y procesa las imágenes con base en una dimensión de error que se calcula con la magnitud y longitud de los píxeles fuera de los

límites y fronteras, la dimensión de error detectado se compara con el proporcionado por el parámetro que se proporciona al sistema (el índice o porcentaje de error permitido). Aunque en la configuración preferida de la presente invención la unidad de procesamiento 1220 es parte de la computadora 1200 e independiente de dichas cámaras 1110, en una configuración alternativa cada una de la pluralidad de cámaras 1110 tiene un medio de procesamiento de imagen el cual puede estar integrado en cada cámara; por ejemplo, cuando se usan las denominadas cámaras inteligentes o cámaras con capacidad de procesamiento.

10 Asimismo, en una configuración alternativa la unidad de almacenamiento 1240 puede ser un medio o dispositivo independiente a la computadora 1200 y a las cámaras 1110.

En la configuración preferida, los medios de captura de imagen 1100 son una pluralidad de cámaras 1110 con un sensor matricial o de área para minimizar el efecto de la vibración que presenta el cordón durante el trenzado.

De tal manera que con un ejemplo de matriz con una resolución de 1024 x 768 píxeles, en las imágenes capturadas por cada medio 1100 de la pluralidad de cámaras 1110 el producto trenzado 3000 aparece como una silueta sobre un fondo brillante dado por la fuente de luz 1120, tal como se muestran en las imágenes de las Figuras 4A, 4B, 4C, 4D y 4E.

En la Figura 4A se muestra la imagen obtenida de un producto trenzado sin falla. La Figura 4B muestra un defecto conocido como bucle o anilla. La Fig.4C muestra el defecto debido a fibras sueltas en uno de los hilos que participan en el trenzado. La Fig. 4D muestra el defecto debido a un objeto extraño en el núcleo del cordón. La Fig. 4E muestra un cordón defectuoso debido a un problema en el control de tensión de un hilo; este sutil defecto se identifica por la geometría ondulada del material trenzado.

30 El sistema considera el cálculo de la dimensión del defecto el cual es obtenido a partir de la magnitud de la desviación del diámetro del segmento bajo prueba con respecto al diámetro promedio del cordón, así como la longitud del defecto, la pluralidad de medios de captura

de imagen 1100 y la caracterización de los errores a nivel matricial, los cuales dependen de los materiales y aplicaciones del producto trenzado.

5 El sistema no es sensible al color del material alargado debido a la posición relativa de la fuente de luz 1120, la pluralidad de cámaras 1110 y el producto trenzado 3000. Incluso los productos trenzados fabricados con materiales transparentes como la fibra de vidrio se muestran opacos.

10 Cuando se usa solo una cámara 1110, como es divulgado por el documento **US 2014/0036061 A1**, algunos defectos podrían quedar ocultos al campo de visión de la cámara. Por lo que en la configuración preferida de la presente invención, el sistema de inspección cuenta con al menos tres medios de captura de imágenes 1110A, 1110B y 1110C ubicados radialmente en diferentes ángulos de visión 1130A, 1130B y 1130C del material trenzado como se muestra en la Figura 3.

15

Como se mencionó anteriormente, las imágenes son capturadas y analizadas para evaluar la totalidad del producto trenzado. Lo anterior puede efectuarse de dos formas: La primera es sincronizar la adquisición de las imágenes con el avance del producto trenzado de tal manera que un punto del cordón trenzado 3000 aparezca al menos en dos imágenes consecutivas de cada cámara. La segunda es forzar la adquisición de las imágenes a una frecuencia fija tal que un punto del cordón 3000 aparezca al menos en dos imágenes consecutivas cuando la máquina de trenzar opere a su máxima velocidad. Esta última configuración es preferida porque no requiere una señal de sincronización entre el sistema de inspección 1000 y la máquina trenzadora 2000.

20

25 Con referencia de nuevo a las Figuras 1 a 3, la computadora de uso industrial 1200 comprende adicionalmente una unidad de memoria no volátil 1240 la cual está configurada para almacenar los defectos encontrados y las imágenes obtenidas por la pluralidad de cámaras 1110; y un controlador 1400 configurado para recibir la señal de falla determinada y emitida por la unidad de procesamiento de imagen 1220, emitir una señal de alarma y enviar una señal de paro a la máquina 2000, para detener la operación de trenzado e iniciar la corrección de la falla del cordón 3000. Dicha señal de alarma es indicada al

30

operador/usuario por medio de la interfaz de usuario 1300 y una torreta de alarma (no mostrada), ya que el proceso de deshacer los nudos para corregir la falla y reiniciar el trenzado es manual, en caso de que el equipo de trenzado no cuente con una operación de reversa. De manera adicional, el controlador 1400 muestra al operador de la máquina las imágenes y el diagnóstico de la inspección a través de la interfaz de usuario 1300.

Aunque en la configuración preferida el controlador 1400 está integrado en la computadora de uso industrial 1200, en una configuración alternativa dicho controlador es un dispositivo independiente a dicha computadora 1200, como puede ser un controlador lógico programable, o PLC por sus siglas en inglés.

Ahora bien, con base en las Figuras 5A a 5E, se describe cómo es realizada la determinación de irregularidades en el cordón trenzado 3000.

Primeramente, se realiza la identificación de la frontera del cordón 3000. Para identificar la frontera se realiza la comparación secuencial de los píxeles en la imagen buscando la transición de una región clara a una región oscura. Esta transición marca la frontera exterior del cordón 3000. En las Figuras 5A, 5B, 3C, 5D y 5E se muestra el resultado de este proceso para las imágenes de las Figuras 4A, 4B, 4C, 4D y 4E.

Cada una de las dos fronteras es representada por la unidad de procesamiento de imagen 1220 como una tabla ordenada donde se registra la posición geométrica de cada píxel de la frontera. Por ejemplo, en la Figura 6 se muestra la gráfica de la frontera superior en la Figura 4B. A continuación, se calcula el diámetro promedio del cordón con base en la información de ambas fronteras. En la configuración recomendada, con base en este cálculo, se determina el umbral de identificación de fallas. Por lo tanto, el sistema automáticamente, en función de las imágenes, calcula los límites aceptables del producto trenzado 3000 y procesa las imágenes con base en la dimensión de error calculado con la magnitud y longitud del defecto como un porcentaje de píxeles fuera de los límites y fronteras, que es precisamente el dato que se proporciona al sistema (el índice o porcentaje de error permitido).

De esta forma, el sistema de inspección 1000 no requiere de un cambio de configuración cuando la máquina trenzadora 2000 cambia de un producto a otro. En la configuración recomendada, el umbral de tolerancia es del 7% del diámetro del material trenzado el cual es configurable a efecto de ampliar o disminuir el rango de tolerancia de errores.

5

Posteriormente, se buscan irregularidades en la frontera del material trenzado cuyo tamaño exceda el valor del umbral de tolerancia y se cuantifica la longitud y magnitud de la irregularidad. Las irregularidades se identifican comparando cada frontera con un perfil ideal. Cuando se encuentra una o más irregularidades cuya longitud y magnitud individual o sumada excede el límite de error en la configuración del sistema, la unidad de procesamiento 1220 determina la existencia de una falla. Este proceso se repite para cada una de las cámaras del sistema de inspección.

A continuación, se describirá el funcionamiento y operación del sistema de inspección 1000 para identificar defectos en los cordones trenzados 3000 de la presente invención, en donde:

Una vez iniciado el proceso de trenzado de la máquina trenzadora 2000, el cordón trenzado 3000 proveniente del punto de trenzado 2300 es inspeccionado por el sistema de inspección 1000, justo después de salir del punto de trenzado, mediante la toma de imágenes del cordón 3000 con cada medio de captura 1110, el cual es iluminado por las fuentes emisoras de luz 1120, en donde las imágenes capturadas por dichas cámaras 1100 son enviadas a la computadora 1200 y son procesadas por la unidad de procesamiento 1220 para determinar si la porción del cordón 3000 analizada tiene fallas o irregularidades tales como roturas de hilos, materiales extraños, nudos defectuosos, tensión irregular en un hilo, etc., y en donde en caso de detectarse o determinarse una falla en el material trenzado, la unidad de procesamiento envía una señal de falla al controlador 1400 la cual es mostrada al operador a través de la interfaz de usuario 1300..

Una vez recibida la señal de falla por el controlador 1400, éste envía una señal de paro a la máquina 2000, la cual detiene el proceso de trenzado, para iniciar el proceso de inversión

o destrenzado, mediante el cual el cordón 3000 es destrenzado hasta el punto de falla, para posteriormente reanudar el trenzado corrigiendo el problema.

5 De conformidad con lo anterior es evidente que para utilizar el sistema de inspección de la presente invención no es necesario entrenamiento o configuración de variable alguna para la operación del sistema, ni que el operador indique el tipo de cordón que se desea inspeccionar, su diámetro o alguna otra especificación.

10 De igual forma, el sistema de inspección de la presente invención es sensible tanto a defectos evidentes (como roturas) así como defectos sutiles, como falta de tensión en un hilo. Esto se logró ajustando la resolución lateral de las imágenes, hasta lograr una resolución tal que un píxel equivale a un 1% del diámetro del cordón más delgado que se quiere trenzar. Adicionalmente, se encontró que se requiere un campo de visión de al menos 3.5 veces el diámetro del cordón para identificar el defecto que se produce por falla
15 de tensión en un hilo. La colocación de los medios de captura de imagen de forma radial, asegura que ningún defecto queda oculto. El problema de usar una o dos cámaras es que un defecto con un tamaño equivalente al 30% del diámetro puede quedar oculto para las una o dos cámaras. En el caso de la configuración preferida, con tres o más cámaras, para que un defecto sea oculto para todas las cámaras, debería tener un tamaño menor al 3%
20 del diámetro.

Igualmente, con el arreglo de cámaras del el sistema de inspección de la presente invención se logra que la longitud efectiva de la zona de inspección sea de tan solo 35mm para cordones de 10 mm de diámetro. Esto es muy diferente a la disposición de las
25 cámaras de los sistemas del estado de la técnica en donde se estima que hay al menos 50cm de cordón dentro de la zona de inspección.

De acuerdo con lo anteriormente descrito, será evidente para un técnico en la materia que las configuraciones del sistema de inspección para identificar defectos en los cordones
30 trenzados arriba indicadas se presentan con fines únicamente ilustrativos, pues un técnico en la materia puede realizar numerosas variaciones a la misma, como pueden ser distintas cámaras, fuentes emisoras de luz, dimensiones y cantidad de cámaras siempre y cuando

se diseñen de conformidad con los principios de la presente invención. Por consecuencia de lo anterior, la presente invención incluye todas las configuraciones que un técnico en la materia puede plantear a partir de los conceptos contenidos en la presente descripción, de conformidad con las siguientes reivindicaciones.

5

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de inspección para identificar defectos en cordones trenzados y corregirlos durante un proceso de trenzado en una máquina trenzadora, caracterizado porque comprende:
- medios de captura de imágenes computarizados y una interfaz de usuario desde la cual se establecen variables y parámetros del sistema, en donde dichos medios de captura de imágenes computarizados comprenden:
- una pluralidad de medios de captura de imagen dispuestos de manera radial sobre el cordón trenzado, para observar el cordón trenzado desde varios ángulos;
- una pluralidad de fuentes emisoras de luz opuestas a un ángulo de aproximadamente 180° a dicha pluralidad de medios de captura de imagen, de forma que las imágenes capturadas por los medios de captura de imagen se realizan a contraluz; y
- una computadora de uso industrial conectada de manera operativa a dicha pluralidad de medios de captura de imagen y fuentes emisoras de luz, que comprende una unidad de procesamiento, una unidad de almacenamiento configurada para recibir las imágenes capturadas por cada uno de los medios de captura de imagen y realizar un análisis de las mismas para identificar de forma automática los defectos o irregularidades en el cordón, analizar el diámetro del cordón captado en cada segmento del mismo; dicha computadora de uso industrial comprende adicionalmente un controlador conectado operativamente al sistema de procesamiento,
- en donde cuando es detectada una falla o irregularidad por los medios de captura y la unidad de procesamiento, dicho controlador emite una señal de alerta y envía una señal de paro al sistema de procesamiento para detener el proceso de trenzado, para iniciar así un proceso de reversa o inversión del trenzado para destrenzar el cordón y corregir la falla o irregularidad al volverlo a trenzar de manera correcta al reanudar la operación de trenzado.
- 2.- El sistema de inspección de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque dicha computadora comprende adicionalmente una unidad de almacenamiento configurada para registrar los defectos encontrados, así como la imagen obtenida por cada una de la pluralidad de medios de captura de imagen.

- 3.- El sistema de inspección de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque la pluralidad de medios de captura de imagen y fuentes emisoras de luz es tres.
- 5 4.- El sistema de inspección de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque la pluralidad de medios de captura de imagen y fuentes emisoras de luz es cinco.
- 5.- El sistema de inspección de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque el medio de captura de imágenes es una cámara con un sensor matricial o de área
10 para minimizar el efecto de la vibración que presenta el cordón durante el trenzado.
- 6.- El sistema de inspección de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque la transmisión de imágenes es realizada mediante la adquisición de las imágenes con el avance del producto trenzado de tal manera que un punto del cordón trenzado
15 aparezca al menos en dos imágenes consecutivas de cada medio de captura de imagen.
- 7.- El sistema de inspección de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque la transmisión de imágenes es realizada al forzar la adquisición de las imágenes a una frecuencia fija tal que un punto del cordón aparezca al menos en dos imágenes
20 consecutivas cuando la máquina de trenzar opere a su máxima velocidad.
- 8.- El sistema de inspección de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque la señal de alarma es indicada al operador/usuario por medio de la interfaz de usuario.
25
- 9.- El sistema de inspección de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque el controlador muestra al operador las imágenes y el diagnóstico de la inspección a través de la interfaz de usuario.
- 30 10.- El sistema de inspección de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque dicho controlador es un dispositivo independiente de dicha computadora.

11.- El sistema de inspección de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque dicho sistema de inspección es sensible tanto a defectos evidentes así como defectos sutiles.

5 12.- El sistema de inspección de conformidad con la reivindicación 11, caracterizado además porque es capaz de detectar fallas tales como roturas de hilos, materiales extraños, nudos defectuosos, tensión irregular en un hilo, etc.

10 13.- El sistema de inspección de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque con la colocación de los medios de captura de imagen de forma radial, ningún defecto queda oculto.

15 14.- El sistema de inspección de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque la longitud efectiva de la zona de inspección es de tan solo 3.5 veces el diámetro del cordón.

20 15.- Una máquina trenzadora para realizar un proceso de trenzado, que comprende medios accionadores, una pluralidad de medios proveedores de material alargado o componentes que efectúan el trenzado mediante el desplazamiento en combinación con un anillo o punto de trenzado para formar un cordón trenzado, el cual es transportado por medio de poleas para ser depositado en un recipiente de producto terminado, dicha máquina está **caracterizada porque** comprende un sistema de inspección para identificar defectos en los cordones trenzados y corregirlos de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1-14.

25

16.- La máquina de conformidad con la reivindicación 15, caracterizada además porque comprende más de dos medios proveedores de hilo.

30 17.- La máquina de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 15 a 16, caracterizada además porque el procesamiento y análisis de las imágenes están centralizados en una unidad de procesamiento que es parte de la computadora, y es independiente de dichos medios de captura de imágenes.

18.- La máquina de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, caracterizado además porque cada una de la pluralidad de medios de captura de imagen tiene una unidad de procesamiento de imagen.

5

19. Un método para corregir defectos en los cordones trenzados durante un proceso de trenzado en una máquina de trenzado, **caracterizado porque** comprende los pasos de: obtener imágenes de un punto o porción de un cordón trenzado mediante medios de captura de imágenes computarizados;

10 transferir dichas imágenes a un sistema de procesamiento de imágenes ubicado dentro de una computadora de uso industrial;

determinar mediante dicho sistema de procesamiento de imágenes si el punto o porción del cordón trenzado tiene una falla o irregularidad al comparar el diámetro del cordón capturado en cada imagen tomada por los medios de captura de imágenes y compararlo

15 con un diámetro ideal predeterminado;

enviar una alerta de falla o irregularidad a un controlador conectado operativamente a dicha computadora;

enviar una señal de paro mediante dicho controlador a la máquina de trenzado para detener proceso de trenzado;

20 iniciar un proceso de reversa o inversión del trenzado para destrenzar el cordón hasta el punto de falla; y

corregir dicha falla o irregularidad al reanudar la operación de trenzado.

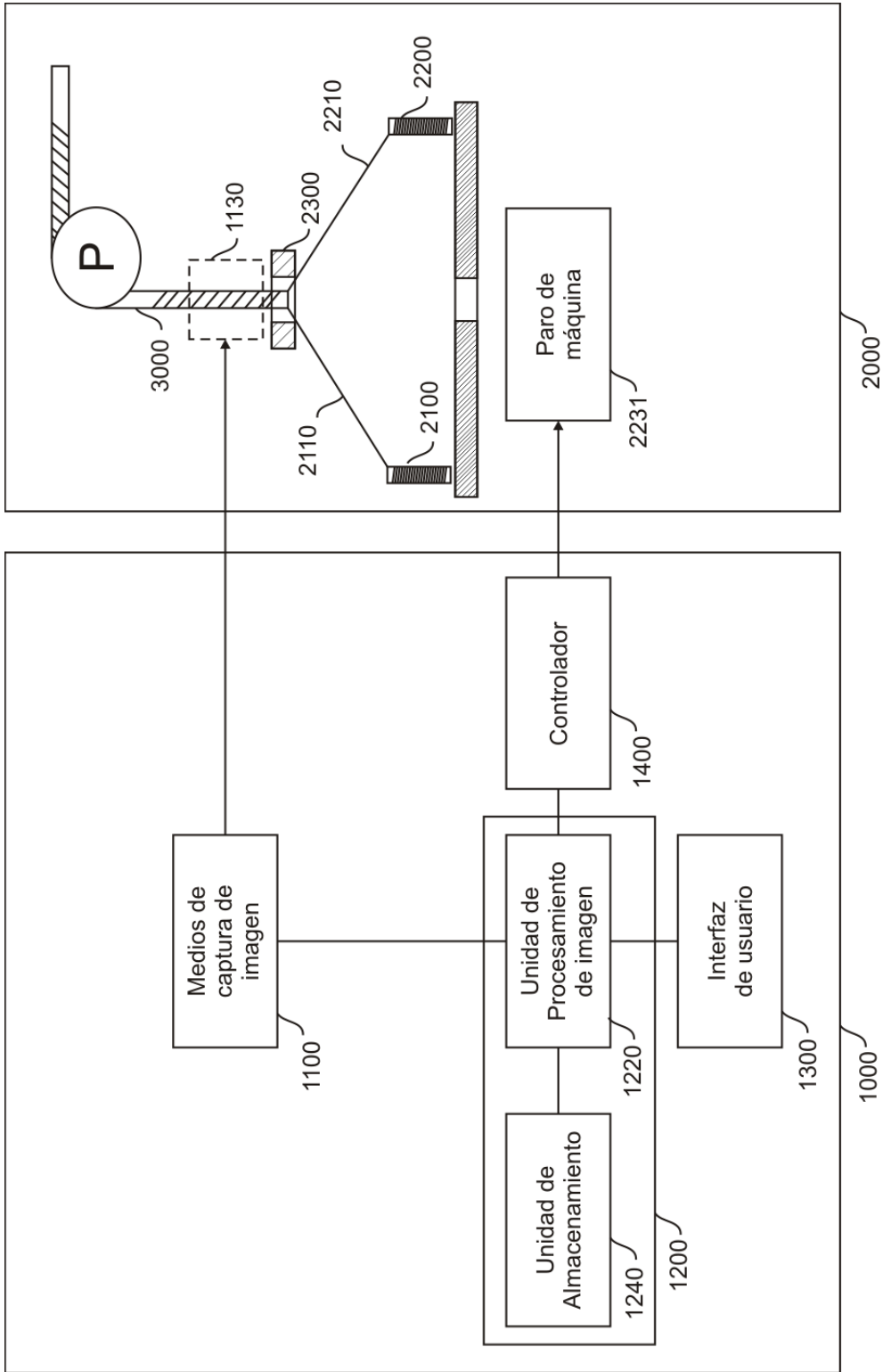


FIG. 1

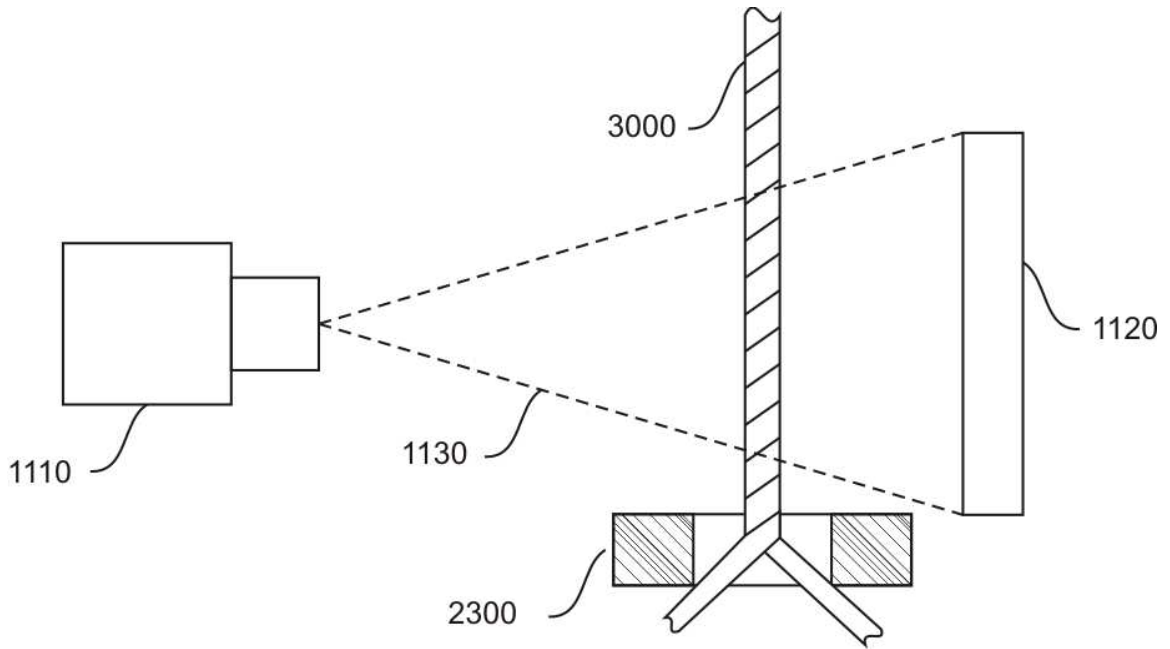


FIG. 2

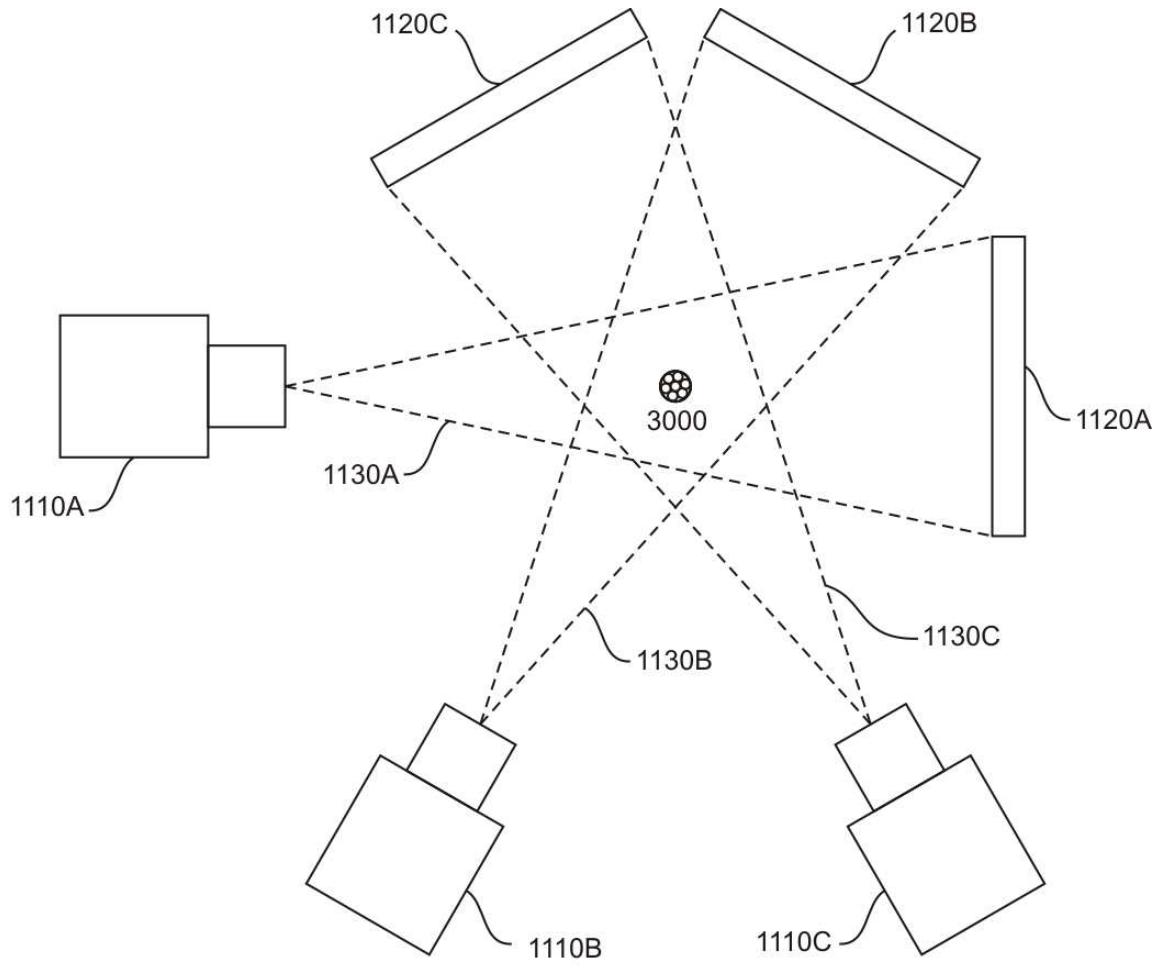


FIG. 3



FIG. 4A



FIG. 4B



FIG. 4C



FIG. 4D



FIG. 4E

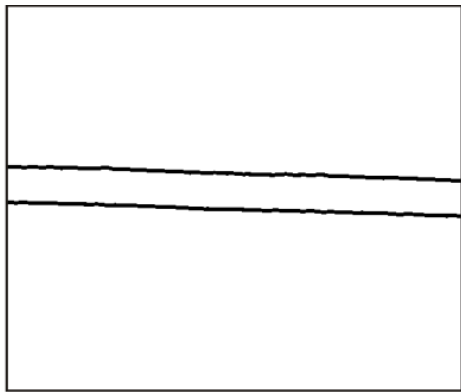


FIG. 5A

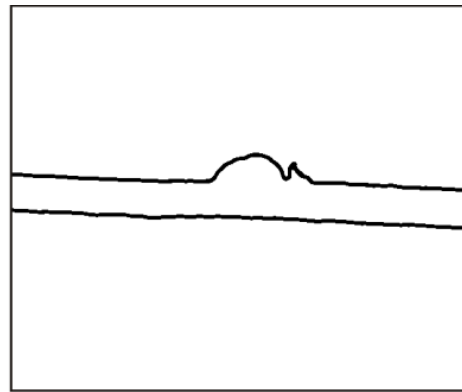


FIG. 5B

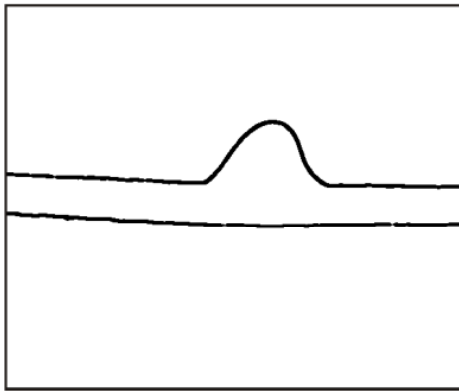


FIG. 5C

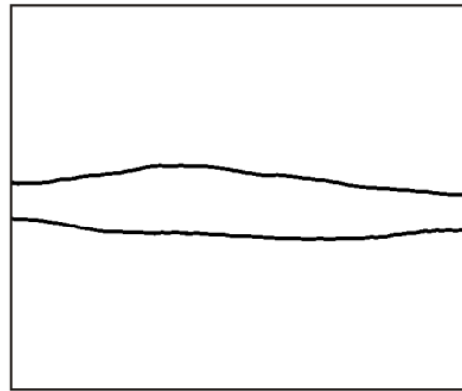


FIG. 5D

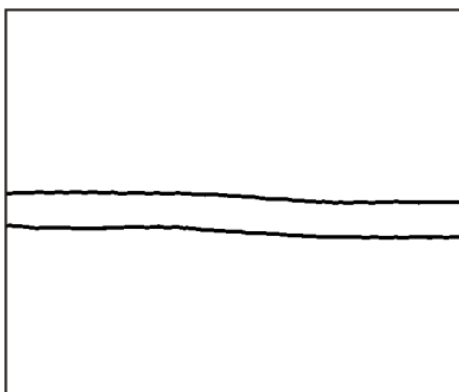


FIG. 5E

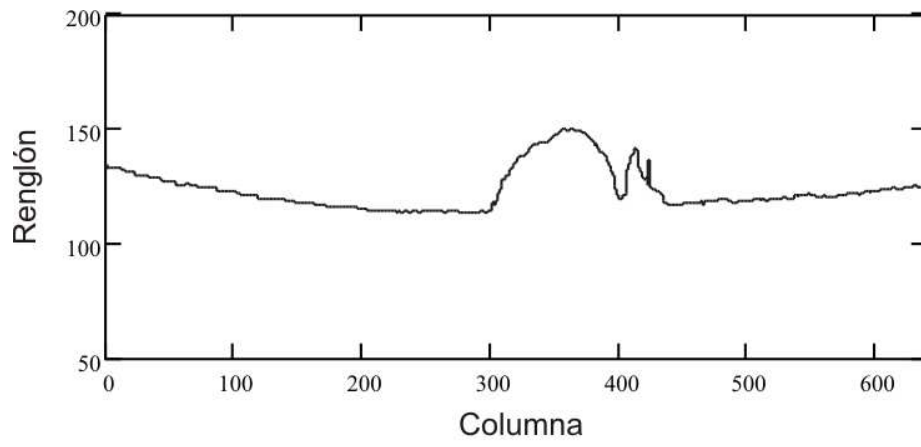


FIG. 6