

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 008 312**

51 Int. Cl.:

D21F 3/08 (2006.01)

G01L 5/00 (2006.01)

G01L 1/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.05.2015** **E 18160621 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2024** **EP 3351681**

54 Título: **Método y sistema asociados con un rollo de detección que incluye una pluralidad de sensores y un rollo de acoplamiento para recopilar datos del rollo**

30 Prioridad:

02.05.2014 US 201414268737

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

21.03.2025

73 Titular/es:

**INTERNATIONAL PAPER COMPANY (100.00%)
6400 Poplar Avenue
Memphis, TN 38197, US**

72 Inventor/es:

FIGIEL, KERRY D.

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 3 008 312 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 y sistema asociados con un rollo de detección que incluye una pluralidad de sensores y un rollo de acoplamiento para recopilar datos del rollo

Campo

La presente invención se refiere en general a prensas con punto de agarre utilizadas para ejercer fuerzas de presión sobre bandas en movimiento para la formación de, por ejemplo, papel, material textil, una lámina de plástico y otros materiales relacionados. En particular, la presente invención se refiere a métodos y aparatos para medir los efectos de la variabilidad rotacional de un rodillo de acoplamiento a partir del perfil de presión en el punto de agarre, y construir un mapa sincronizado de la variabilidad de rotación del rodillo de acoplamiento para su uso con fines de diagnóstico, tales como la detección de cambios en el balanceo o el rodamiento.

Antecedentes

Los rodillos con punto de agarre se utilizan en un gran número de industrias de proceso continuo que incluyen, por ejemplo, la fabricación de papel, la fabricación de acero, el calandrado de plásticos y la impresión. En el proceso de fabricación de papel, se requieren muchas etapas para transformar la materia prima de la caja de entrada en papel. La etapa inicial es el depósito de la materia prima de la caja de entrada, comúnmente denominada “agua blanca”, sobre una máquina de papel de formación de telas, comúnmente denominada “alambre”. Tras el depósito, una parte del agua blanca fluye a través de los intersticios del alambre de formación de la tela dejando una mezcla de líquido y fibra sobre el mismo. Esta mezcla, denominada en la industria “banda”, puede tratarse con un equipo que reduzca aún más la cantidad de contenido de humedad del producto terminado. La malla de alambre soporta de forma continua la banda fibrosa y la transfiere a otra tela denominada fieltro que avanza a través de los diversos equipos de drenaje que eliminan eficazmente la cantidad deseada de líquido de la banda. El agua de la tela se presiona en el fieltro húmedo y luego se puede retirar cuando el fieltro húmedo pasa por una caja de succión. Los fieltros secos también se pueden usar para sostener la red fibrosa a través de secadores de vapor.

Una de las etapas de desgote se efectúa haciendo pasar la banda a través de un par o más de rodillos giratorios que forman una prensa con punto de agarre o una serie de las mismas, durante la cual el líquido se expulsa de la banda por la presión que están aplicando los rodillos giratorios. Los rodillos, al ejercer fuerza sobre la banda y el fieltro, harán que algo de líquido salga por presión del fieltro. Luego, la banda se puede hacer avanzar a otras prensas o equipos de secado, lo que reduce aún más la cantidad de humedad en la banda. La “región del punto de agarre” es la región de contacto entre dos rodillos adyacentes a través de la cual pasa la banda de papel. Un rodillo de la prensa con punto de agarre es, típicamente, un rodillo de acero duro, mientras que el otro está construido a partir de un armazón metálico cubierto por una cubierta polimérica. Sin embargo, en algunas aplicaciones, ambos rodillos pueden estar cubiertos o ambos pueden ser de acero duro. La cantidad de líquido que debe salir por presión de la banda depende de la cantidad de presión que se está ejerciendo sobre la banda a medida que pasa a través de la región del punto de agarre. Los rodillos posteriores del proceso y los puntos de agarre en el calandrador se utilizan para controlar el calibre y otras características de la hoja. Las características de los rodillos pueden definir la cantidad de presión aplicada a la banda durante la etapa de prensado por punto de agarre.

Un problema común asociado a tales rodillos puede ser la falta de uniformidad en la presión que se está distribuyendo a lo largo de la longitud de trabajo del rodillo. La presión que ejercen los rodillos de la prensa con punto de agarre frecuentemente se denomina “presión en el punto de agarre”. La cantidad de presión en el punto de agarre aplicada a la banda y el tamaño del punto de agarre pueden determinar si se consiguen características uniformes de la lámina. La presión uniforme con punto de agarre a lo largo del rodillo es importante en la fabricación de papel y contribuye al contenido de humedad, al calibre, a la resistencia de la hoja y al aspecto de la superficie. Por ejemplo, la falta de uniformidad en la presión en el punto de agarre frecuentemente puede dar como resultado un papel de mala calidad. Una presión en el punto de agarre excesiva puede provocar la compresión o el desplazamiento de las fibras, así como agujeros en el producto de papel resultante. Las mejoras en la carga con punto de agarre pueden conducir a una mayor productividad al aumentar la velocidad de la máquina y reducir las averías (tiempo de inactividad no planificado).

Los rodillos convencionales para su uso en una sección de prensado pueden estar formados por una o más capas de material. La deflexión del rodillo, normalmente debida a la flexión o a la carga en el punto de agarre, puede ser una fuente de presión desigual y/o una distribución desigual a lo ancho del punto de agarre. Las cubiertas desgastadas de los rodillos también pueden introducir variaciones de presión. Estos rodillos generalmente tienen un armazón flotante que rodea un núcleo fijo. Debajo del armazón flotante hay superficies móviles que pueden accionarse para compensar la distribución desigual de la presión en el punto de agarre.

Las técnicas conocidas anteriormente para determinar la presencia de tales discrepancias en la presión en el punto de agarre requerían que el operador detuviera el rodillo y colocara un trozo largo de papel carbón o una película sensible a la presión en el punto de agarre. Este procedimiento se conoce como hacer un “estampado del punto de agarre”. Las técnicas posteriores para los estampados del punto de agarre implican el uso de mylar con elementos sensores para registrar electrónicamente las presiones en todo el punto de agarre. Estos procedimientos, aunque son

útiles, no se pueden utilizar mientras la prensa con punto de agarre esté en funcionamiento. Además, no se pueden tener en cuenta la temperatura, la velocidad del rodillo y otros cambios relacionados que afectarían a la uniformidad de la presión en el punto de agarre.

La instrumentación de control asociada a la prensa con punto de agarre puede proporcionar una buena representación de la presión en el punto de agarre en dirección transversal (comúnmente denominada “perfil de presión en el punto de agarre” o simplemente “perfil del punto de agarre”) y permitirá al operador corregir la distribución de la presión en el punto de agarre en caso de que surja. Los instrumentos de control usualmente proporcionan una visualización gráfica en tiempo real del perfil de presión en el punto de agarre en una pantalla o monitor de ordenador. El perfil del punto de agarre es una recopilación de datos de presión que se están recibiendo de los sensores ubicados en el rodillo sensor. Usualmente muestra gráficamente la señal de presión en términos de la posición en dirección transversal en el rodillo sensor. El eje y usualmente designa la presión en libras por pulgada lineal, mientras que el eje x designa la posición en dirección transversal en el rodillo. El documento EP 1 130 485 A1 describe un sistema y un método para monitorizar un rodillo con un núcleo y una lámina, y un circuito integrado del transpondedor que incluye una memoria de lectura/escritura para el almacenamiento de datos, a la que se accede mediante un transceptor externo.

Resumen

La presente invención se refiere a un sistema asociado con un rodillo de detección y un rodillo de acoplamiento para recopilar datos de rodillo del rodillo de acoplamiento que incluye una primera y una segunda pluralidad (o incluso 3 o más pluralidades) de sensores. La primera pluralidad de sensores está ubicada en ubicaciones espaciadas axialmente del rodillo de detección, en donde cada sensor de la primera pluralidad entra en una región de un punto de agarre entre el rodillo de detección y el rodillo de acoplamiento durante cada rotación del rodillo de detección para generar una primera señal de sensor respectiva. La segunda pluralidad de sensores está ubicada en ubicaciones espaciadas axialmente del rodillo de detección, en donde cada sensor de la segunda pluralidad entra en la región del punto de agarre durante cada rotación del rodillo de detección para generar una segunda señal de sensor respectiva. Cada sensor de la primera pluralidad tiene un sensor correspondiente en la segunda pluralidad que está asociado con una misma ubicación axial respectiva en el rodillo de detección, pero está separado circunferencialmente.

El sistema también incluye un procesador para recibir una señal de sensor recibida, en donde la señal de sensor recibida es una de la primera señal de sensor respectiva o la segunda señal de sensor respectiva. Tras recibir la señal del sensor recibida, el procesador realiza una serie de operaciones. En particular, el procesador puede a) determinar uno de los sensores de la primera pluralidad o la segunda pluralidad que generaron la señal del sensor recibida, b) determinar la pertenencia a un sensor particular en función de qué pluralidad de sensores es un miembro, y c) basándose en la posición de rotación del rodillo de acoplamiento con respecto a una posición de referencia, determinar cuál de una pluralidad de segmentos de seguimiento circunferencial asociados con el rodillo de acoplamiento entra en la región del punto de agarre sustancialmente al mismo tiempo que el particular sensor que entra en la región del punto de agarre. El procesador también puede almacenar la señal del sensor recibida utilizando el segmento de seguimiento determinado y la membresía determinada.

Preferiblemente, cada uno de la pluralidad de segmentos de seguimiento tiene un tamaño sustancialmente igual. Según la presente descripción, también pueden ser de diferentes tamaños. Preferiblemente, la señal del sensor recibida comprende un valor de presión, y la pluralidad de segmentos de seguimiento asociados con el rodillo de acoplamiento son una pluralidad de segmentos circunferenciales en el rodillo de acoplamiento. Según la presente descripción, también pueden ser una pluralidad de segmentos de tiempo de un periodo del rodillo de acoplamiento.

Preferiblemente, el procesador recibe la primera señal de sensor respectiva para cada uno de los sensores de la primera pluralidad durante cada rotación del rodillo de detección, y la segunda señal de sensor respectiva para cada uno de los sensores de la segunda pluralidad durante cada rotación del rodillo de detección. Preferiblemente, el procesador también recibe una pluralidad de señales de sensor que incluyen una pluralidad de las primeras señales de sensor respectivas y una pluralidad de segundas señales de sensor respectivas que se producen durante una pluralidad de rotaciones del rodillo de detección. Preferiblemente, para cada una de la pluralidad de señales de sensor, el procesador identifica: a) su segmento de seguimiento determinado, b) un segmento axial del rodillo de acoplamiento asociado y c) un sensor específico de la primera o segunda pluralidad de sensores que generaron esta señal particular de la pluralidad de señales de sensor, en donde el procesador determina además la pertenencia al sensor específico en función de cuál de la pluralidad de sensores es un miembro del sensor específico.

Preferiblemente, el rodillo de acoplamiento comprende n segmentos axiales, que tienen valores de índice respectivos: 1, 2, ..., n ; el rodillo de acoplamiento tiene asociados m segmentos de seguimiento, que tienen valores de índice respectivos: 1, 2, ..., m , y en donde, para cada una de la primera pluralidad de sensores y la segunda pluralidad de sensores, hay (n veces m) permutaciones únicas que son identificables mediante un conjunto de dos elementos que comprende un valor de índice de segmento axial respectivo y un valor de índice de segmento de seguimiento respectivo.

Preferiblemente, para la pluralidad de primeras señales de sensor respectivas y para cada una de una primera pluralidad de posibles permutaciones (n veces m), el procesador determina un promedio de toda la pluralidad de

primeras señales de sensor respectivas asociadas con un segmento axial y un segmento de seguimiento que coinciden con cada una de la primera pluralidad de permutaciones. Preferiblemente, para la pluralidad de segundas señales de sensor respectivas y para cada una de una primera pluralidad de posibles permutaciones (n veces m), el procesador determina un promedio de toda la pluralidad de segundas señales de sensor respectivas asociadas con un segmento axial y un segmento de seguimiento que coinciden con cada una de la segunda pluralidad de permutaciones.

Preferiblemente, para la pluralidad de primeras señales de sensor respectivas y cada una de una primera pluralidad de posibles permutaciones (n veces m), el procesador determina: a) un número de veces que una o más de la pluralidad de primeras señales de sensor respectivas se asocian a un segmento axial y un segmento de seguimiento que coinciden con esa permutación; y b) una suma de toda la pluralidad de primeras señales de sensor respectivas asociadas con el segmento axial y el segmento de seguimiento que coinciden con esa permutación. Preferiblemente, para la pluralidad de segundas señales de sensor respectivas y cada una de una segunda pluralidad de posibles permutaciones (n veces m), el procesador determina: a) un número de veces que una o más de la pluralidad de segundas señales de sensor respectivas se asocian a un segmento axial y un segmento de seguimiento que coinciden con esa permutación; y b) una suma de toda la pluralidad de segundas señales de sensor respectivas asociadas con el segmento axial y el segmento de seguimiento que coinciden con esa permutación.

Preferiblemente, el rodillo de acoplamiento comprende n segmentos axiales, que tienen valores de índice respectivos: 1, 2, ..., n ; el rodillo de acoplamiento tiene asociados m segmentos de seguimiento, que tienen valores de índice respectivos: 1, 2, ..., m , en donde, para cada uno de la primera pluralidad de sensores, hay (n veces m) permutaciones únicas, respectivamente, que son identificables por un primer conjunto de dos elementos que comprende un valor de índice de segmento axial respectivo y un valor de índice de segmento de seguimiento respectivo y, para cada uno de la segunda pluralidad de sensores, hay (n veces m) permutaciones únicas, respectivamente, que son identificables por un segundo conjunto de dos elementos que comprende un valor de índice de segmento axial respectivo y un rastrear el valor del índice del segmento. Preferiblemente, un valor de presión promedio respectivo está asociado con cada una de las permutaciones únicas (n veces m) de cada uno de los conjuntos primero y segundo, en donde cada uno de los valores de presión promedio respectivos se basa en las lecturas de presión recopiladas previamente relacionadas con el punto de agarre.

Preferiblemente, un primer valor promedio de columna respectivo está asociado con cada primer valor de índice de segmento axial establecido, comprendiendo cada primer valor promedio de columna respectivo un promedio de los m valores de presión promedio respectivos, del primer conjunto, asociados con ese primer valor de índice de segmento axial establecido; y un segundo valor promedio de columna respectivo está asociado a cada segundo valor índice de segmento axial establecido, comprendiendo cada segundo valor promedio de columna respectivo un promedio de los m valores de presión promedio respectivos, del segundo conjunto, asociado con ese segundo valor índice de segmento axial establecido.

Preferiblemente, el procesador funciona en cada una de la pluralidad de señales recibidas. Para cada una de la pluralidad de señales de sensor recibidas que definen una lectura de presión, el procesador: a) determina un valor de índice de segmento axial particular y un valor de índice de segmento de seguimiento particular, basándose en el segmento axial asociado a esa señal, en un segmento de seguimiento determinado y en si esa señal se genera a partir de la primera pluralidad de sensores o de la segunda pluralidad de sensores; b) selecciona el valor de presión promedio respectivo asociado con el valor de índice de segmento axial particular y el valor de índice de segmento de seguimiento particular; c) calcula un valor de presión promedio corregido respectivo restando uno del primer valor promedio de columna respectivo o el segundo valor promedio de columna respectivo asociado con el valor de índice de segmento axial particular del valor de presión promedio respectivo seleccionado; y d) calcula un valor de lectura de presión ajustado respectivo restando el valor de presión promedio corregido respectivo de la señal de sensor recibida. Preferiblemente, el procesador también calcula un perfil de presión promedio en función de los valores de lectura de presión ajustados respectivos.

Preferiblemente, el sistema incluye un generador de señales para generar una señal de activación en cada rotación del rodillo de acoplamiento, en donde el procesador identifica la posición de rotación del rodillo de acoplamiento con respecto a la posición de referencia basándose en una señal de activación generada más recientemente.

Preferiblemente, el sistema incluye una tercera pluralidad de sensores ubicados en ubicaciones separadas axialmente del rodillo de detección, en donde cada sensor de la tercera pluralidad entra en una región del punto de agarre entre el rodillo de detección y el rodillo de acoplamiento durante cada rotación del rodillo de detección para generar una tercera señal de sensor respectiva; y en donde cada sensor de la tercera pluralidad tiene un sensor correspondiente en al menos uno de la primera pluralidad y la segunda pluralidad que está asociado con una misma ubicación axial respectiva en el rodillo de detección pero está separado circunferencialmente. Preferiblemente, el procesador recibe la tercera señal de sensor respectiva. Al recibir la tercera señal de sensor respectiva, el procesador funciona para: a) determinar uno de los sensores de la tercera pluralidad que generó la tercera señal de sensor respectiva, b) determinar la pertenencia a un sensor particular basándose en que el sensor particular es un miembro de la tercera pluralidad, c) basándose en la posición de rotación del rodillo de acoplamiento con respecto a la posición de referencia, determinar cuál de la pluralidad de segmentos de seguimiento circunferencial asociados con el rodillo de acoplamiento entra en la región del punto de agarre sustancialmente simultáneamente con el sensor particular de la tercera pluralidad que

entra en la región del punto de agarre, y d) almacena la tercera señal de sensor respectiva utilizando el segmento de seguimiento determinado y la pertenencia determinada.

La presente invención también se refiere a un método asociado con un rodillo de detección y un rodillo de acoplamiento para recopilar datos de rodillo del rodillo de acoplamiento. El método incluye generar una primera señal de sensor respectiva a partir de cada sensor de una primera pluralidad de sensores ubicados en ubicaciones separadas axialmente del rodillo de detección, en donde cada primera señal de sensor respectiva se genera cuando cada sensor de la primera pluralidad entra en una región de un punto de agarre entre el rodillo de detección y el rodillo de acoplamiento durante cada rotación del rodillo de detección; y generar una segunda señal de sensor respectiva a partir de cada sensor de una segunda pluralidad de sensores ubicados en ubicaciones separadas axialmente del rodillo de detección, en donde cada segunda señal de sensor respectiva se genera cuando cada sensor de la segunda pluralidad entra en la región del punto de agarre entre el rodillo de detección y el rodillo de acoplamiento durante cada rotación del rodillo de detección. Cada sensor de la primera pluralidad tiene un sensor correspondiente en la segunda pluralidad que está asociado con una misma ubicación axial respectiva en el rodillo de detección, pero está separado circunferencialmente. El método también incluye recibir una señal de sensor recibida, siendo la señal de sensor recibida una de las primeras señales de sensor respectivas o de la segunda señal de sensor respectiva. Tras recibir la señal de sensor recibida, el método continúa determinando uno particular de los sensores de la primera pluralidad o la segunda pluralidad que generó la señal de sensor recibida, determinando la pertenencia al sensor particular en función de cuál de las pluralidades de sensores es un miembro el sensor particular; y basándose en una posición de rotación del rodillo de acoplamiento con respecto a una posición de referencia, determinar cuál de una pluralidad de segmentos de seguimiento circunferenciales asociados al rodillo de acoplamiento entra en la región del punto de agarre de manera sustancialmente simultánea con la entrada del sensor particular en la región del punto de agarre. El método también incluye almacenar la señal del sensor recibida utilizando el segmento de seguimiento determinado y la pertenencia determinada.

Breve descripción de los dibujos

Si bien la memoria descriptiva concluye con reivindicaciones que indican y reivindican de forma particular la presente invención, se piensa que la presente invención se entenderá mejor a partir de la siguiente descripción junto con las figuras adjuntas de los dibujos, en las que los números de referencia similares identifican elementos similares.

La figura 1 es una vista esquemática desde un extremo de la prensa con punto de agarre según los principios de la presente invención, que muestra la formación de una banda pinzada entre los rodillos con punto de presión, designándose el ancho del punto de agarre de la prensa con punto de agarre con las letras "NW".

La figura 2 es una vista en alzado lateral de un rodillo de detección que muestra la colocación de una línea de sensores según los principios de la presente invención.

Las figuras 3A a 3C ilustran una progresión de diferentes segmentos circunferenciales de un rodillo coincidente que entran en un punto de agarre durante múltiples rotaciones de un rodillo de detección según los principios de la presente invención.

Las figuras 4A y 4B ilustran una tabla que describe cómo los diferentes segmentos circunferenciales del rodillo coincidente son detectados mediante sensores de balanceo de detección durante múltiples rotaciones de un rodillo de detección según los principios de la presente invención.

La figura 5 es un gráfico de distribución de un ejemplo de frecuencia de muestreo de diferentes segmentos circunferenciales de un rodillo coincidente según los principios de la presente invención.

Las figuras 6, 7, 8A y 8B representan matrices de diferentes valores que pueden calcularse para varios segmentos axiales y segmentos circunferenciales de un rodillo coincidente según los principios de la presente invención.

La figura 9 representa un diagrama de flujo de un método ejemplar para generar un perfil de presión promedio en tiempo real según los principios de la presente invención.

La figura 10 es un dibujo esquemático que muestra la arquitectura básica de un sistema de monitorización y una línea de procesamiento de papel particulares según los principios de la presente invención.

La figura 11 es una vista en alzado de un rodillo de detección alternativo que tiene dos líneas de sensores según los principios de la presente invención.

La figura 12 es una vista en alzado lateral de un rodillo de acoplamiento que tiene su propia línea de sensores según los principios de la presente invención.

La figura 13 es un diagrama de flujo de un ejemplo de modificación de la forma en que una sesión de recopilación de datos según la figura 9 puede cambiar cuando se usan múltiples matrices de sensores para recopilar datos de presión

en el punto de agarre según los principios de la presente invención. Las realizaciones según las figuras 2 a 10 y 12 no entran dentro del alcance de las reivindicaciones.

Descripción detallada

En la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas, se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman parte de la misma, y en los que se muestra a modo de ilustración, y no a modo de limitación, las realizaciones preferidas específicas en las que se puede poner en práctica la invención.

Como se ilustra en la figura 1, un rodillo 10 de detección y un rodillo 11 de acoplamiento definen un punto 12 de agarre que recibe una red fibrosa 16 para aplicar presión a la banda 16. Se contempla que, en algunos casos, un fieltro pueda soportar la tela de tal modo que el fieltro y la tela entren en el punto 12 de agarre. El rodillo 10 de detección comprende un rodillo de base interior 20 y una cubierta 22 de rodillo exterior. Como se muestra en la figura 2, un conjunto 24 de sensores 26 está dispuesto al menos parcialmente en la cubierta enrollable 22. El conjunto 24 de sensores 26 puede disponerse a lo largo de una línea que gira en espiral alrededor de toda la longitud del rodillo 10 en una sola revolución para definir un patrón helicoidal, que es una disposición geométrica de sensores común para las cubiertas de los rodillos. Sin embargo, el patrón helicoidal es simplemente un ejemplo y se contempla cualquier disposición en la que se coloque al menos un sensor en cada posición axial, en cualquier lugar a lo largo de la circunferencia, en la que se van a recopilar los datos. Cada sensor 26 puede, por ejemplo, medir la presión que se ejerce sobre el sensor cuando entra en una región del punto 12 de agarre entre los rodillos 10 y 11. En particular, el conjunto 24 de sensores 26 puede colocarse en el rodillo 14 de detección, por ejemplo, en diferentes ubicaciones axiales o segmentos a lo largo del rodillo 10 de detección, en donde los segmentos axiales tienen preferiblemente el mismo tamaño. En la realización ilustrada, hay catorce segmentos axiales, marcados del 1 al 14 en la figura 2, cada uno de los cuales tiene un sensor 26 ubicado en su interior. También se contempla que el conjunto 24 de sensores 26 pueda estar dispuesto linealmente para definir una línea de sensores, es decir, todos los sensores residen en la misma ubicación circunferencial. Un experto en la técnica reconocerá fácilmente que también se pueden proporcionar más de catorce, o menos de catorce, segmentos axiales junto con un número correspondiente igual de sensores espaciados axialmente ubicados en el rodillo de detección. También, en la descripción que sigue, cada sensor 26 puede denominarse sensor de presión, por ejemplo, pero también se contemplan otros tipos de sensores tales como, por ejemplo, sensores de temperatura.

Dado que tener una presión en el punto de agarre uniforme es beneficioso durante la fabricación del papel, calcular y mostrar correctamente el perfil de presión en el punto de agarre también es beneficioso, ya que cualquier corrección o ajuste que se realice en los rodillos giratorios basándose en un perfil de presión en el punto de agarre calculado de forma inexacta podría sin duda agravar cualquier problema operativo. Hay tres mediciones de variabilidad principales. El perfil de presión en el punto de agarre tiene una variabilidad que puede denominarse variabilidad en dirección transversal, ya que es la variabilidad de la presión media por posición en dirección transversal en todo el punto de agarre. Otro tipo de variabilidad representa la variabilidad de las mediciones a alta velocidad en cada posición de la línea única de sensores. Esta variabilidad representa la variabilidad de otro equipo en el proceso de fabricación de papel que incluye la variabilidad rotacional del rodillo de acoplamiento, es decir, el rodillo con punto de agarre con respecto al rodillo de detección. La tercera variabilidad en el perfil del punto de agarre incluye la variabilidad de múltiples sensores en cada posición en dirección transversal del rodillo. Esta variabilidad representa la “variabilidad rotacional” del rodillo de detección a medida que gira a través de su pluralidad de posiciones o posiciones de detección.

Típicamente, el rodillo 10 de detección y el rodillo 11 de acoplamiento tienen un tamaño diferente, es decir, tienen un tamaño diferente radial y circunferencialmente. Cada rodillo puede tener variaciones en su tamaño circunferencialmente a lo largo de la dimensión axial. Además, a medida que el rodillo gira, la distancia desde el eje central (dimensión radial) a la superficie exterior puede variar para cada posición axial en el mismo ángulo de rotación, incluso si las dimensiones circunferenciales son las mismas para cada posición axial.

Por ejemplo, los rodillos se muelen periódicamente, lo que produce pequeños cambios arbitrarios de diámetro con respecto a las especificaciones del fabricante. También puede producirse un deslizamiento en uno o más de los rodillos, lo que hace que la superficie del rodillo de detección se desplace a una velocidad diferente a la de la superficie del rodillo correspondiente. Por consiguiente, es raro que dos rodillos tengan exactamente el mismo periodo de rotación o que tengan periodos que sean armónicos exactos.

Por lo tanto, a medida que el rodillo 10 de detección y el rodillo 11 de acoplamiento viajan a través de múltiples rotaciones uno con respecto al otro, es posible que un sensor 26 particular no siempre entre en la región del punto 12 de agarre con la misma porción circunferencial del rodillo 11 de acoplamiento que en una rotación anterior. Este comportamiento se puede utilizar para crear mapas de datos correspondientes a la superficie del rodillo 11 de acoplamiento, como se describe a continuación. Estos mapas de datos pueden incluir una matriz de presión promedio como se describe con más detalle a continuación con respecto a la figura 8A. Las diferentes matrices de presión promedio, cada una recopilada y construida durante diferentes periodos de tiempo, se pueden comparar entre sí para investigar cómo varían entre sí. La variabilidad entre los diferentes mapas de datos puede indicar posibles problemas con el rodillo 11 de acoplamiento, como las irregularidades de la superficie de rodadura, el desgaste de los rodamientos y la flexión del rodillo. El análisis de variabilidad de los datos del sensor puede indicar posibles problemas con los

equipos de procesamiento corriente arriba o corriente abajo, por ejemplo, rodillos corriente arriba o rodillos corriente abajo.

Los rodillos de detección y acoplamiento 10 y 11 pueden estar separados cada uno en 14 segmentos axiales. Todos los segmentos axiales del rodillo 10 de detección pueden tener o no la misma longitud, y todos los segmentos axiales del rodillo 11 de acoplamiento también pueden o no ser de la misma longitud. En la realización ilustrada, se supone que todos los segmentos axiales del rodillo 10 de detección son de la misma longitud y que todos los segmentos axiales del rodillo 11 de acoplamiento tienen la misma longitud. Los segmentos axiales del rodillo 10 de detección pueden estar alineados con los segmentos axiales del rodillo 11 de acoplamiento. Además, el rodillo 11 de acoplamiento puede estar separado en segmentos circunferenciales individuales tales como, por ejemplo, 50 segmentos circunferenciales, todos de sustancialmente la misma dimensión.

Haciendo referencia a las figuras 3A a 3C, el rodillo 10 de detección puede, por ejemplo, girar y posicionarse instantáneamente de tal modo que un sensor 26A, ubicado en uno de los 14 segmentos axiales de la realización ilustrada, esté ubicado en la región del punto 12 de agarre simultáneamente con el segmento circunferencial del rodillo correspondiente número 1 (de 1-50 segmentos). Tras una primera rotación completa del rodillo 10, el único sensor 26A puede entrar en la región del punto 12 de agarre simultáneamente con un segmento circunferencial diferente, por ejemplo, el segmento número 3, en el rodillo correspondiente 11, véase la figura 3B. Debido a que los rodillos 10 y 11 tienen periodos diferentes, después de una segunda rotación completa del rodillo 10, el único sensor 26A puede entrar en la región del punto 12 de agarre simultáneamente con un segmento circunferencial del rodillo coincidente todavía diferente, por ejemplo, el segmento número 5, véase la figura 3C. Debido a que un sensor 26A entra en la región del punto 12 de agarre simultáneamente con diferentes segmentos circunferenciales del rodillo 11 de acoplamiento, la presión en el punto de agarre medida por el sensor 26A puede variar durante las rotaciones secuenciales del rodillo debido al cambio de presión provocado por el rodillo 11 de acoplamiento. Algunos aspectos de la presente invención contemplan mapear las lecturas, o señales, de cada sensor 26 del conjunto 24 a lo largo del tiempo para ver cómo varían las lecturas o señales de presión para cada sensor debido a que cada sensor entra en la región del punto 12 de agarre simultáneamente con diferentes segmentos circunferenciales del rodillo 11 de acoplamiento. Como se indicó anteriormente, los datos mapeados pueden usarse para determinar posibles problemas con el rodillo 11 de acoplamiento y, como también se indicó anteriormente, el análisis de variabilidad puede indicar posibles problemas relacionados con el equipo de procesamiento corriente arriba o corriente abajo distintos del rodillo 10 de detección y el rodillo 11 de acoplamiento.

Por lo tanto, la presente invención contempla el uso de sensores 26 para medir la variabilidad rotacional que se genera por la rotación a alta velocidad del rodillo 11 de acoplamiento cuando las señales de presión, o lecturas, de los sensores 26 están sincronizadas en el tiempo con la posición del rodillo de acoplamiento. Para medir la variabilidad rotacional, el rodillo 11 de acoplamiento debe tener algún impacto en la presión en el punto 12 de agarre que se va a medir. El impacto dominante sobre la presión en el punto de agarre detectada será probablemente el del rodillo 11 de acoplamiento, que presiona directamente contra el rodillo 10 de detección. Sin embargo, es posible sincronizar las mediciones del sensor con los rodillos situados corriente arriba (no mostrados) que forman otro punto de agarre e impactan en el contenido de agua y el grosor de la banda, lo que afecta a la presión en el punto de agarre observada por el rodillo 10 de detección. Además, dado que los rodillos (no mostrados) en un punto de agarre corriente abajo pueden tirar de la banda y provocar cambios en la tensión de la banda, también es posible sincronizar las mediciones de los sensores con estos rodillos. Los rodillos de detección y acoplamiento 10 y 11 se utilizarán para ilustrar los principios de esta invención; sin embargo, todos los principios son aplicables a los equipos de procesamiento anteriores y posteriores, como los rodillos anteriores y posteriores.

Como ejemplo particular, el rodillo 11 de acoplamiento puede tener una circunferencia mayor que el rodillo 10 de detección. Por ejemplo, el rodillo 11 de acoplamiento tiene una circunferencia que está dividida en 50 segmentos circunferenciales de longitud sustancialmente igual y el rodillo 10 de detección tiene su propia circunferencia que es más pequeña que la circunferencia del rodillo 11 de acoplamiento. Tanto las diferencias en la circunferencia como en el deslizamiento contribuyen a una diferencia en el periodo de rotación (periodo = el tiempo requerido para que un rodillo haga una rotación completa) entre el rodillo 10 de detección y el rodillo 11 de acoplamiento. Una forma conveniente de caracterizar la diferencia en la periodicidad es usar unidades de medida que midan esa diferencia en términos de segmentos de tiempo, por ejemplo, 50 segmentos de tiempo en la realización ilustrada. La longitud de cada segmento de tiempo es el periodo de reproducción correspondiente dividido por el número de segmentos de tiempo predefinidos. Como se explica a continuación, el número predefinido de segmentos de tiempo puede corresponder a un número predefinido de segmentos circunferenciales de rodillo coincidentes. Un periodo del rodillo 10 de detección puede describirse como x segmentos de tiempo más pequeños/mayores que un periodo del rodillo 11 de acoplamiento. Por ejemplo, el rodillo 10 de detección puede tener un periodo de 2,14 segmentos de tiempo del rodillo de acoplamiento inferior al periodo del rodillo 11 de acoplamiento (de manera equivalente, el rodillo 11 de acoplamiento puede tener un periodo de 2,14 segmentos de tiempo del rodillo de acoplamiento más grande que el periodo del rodillo de detección). En un ejemplo de este tipo, cuando el rodillo 10 de detección haga una revolución completa, el rodillo 11 de acoplamiento hará menos de una revolución completa en una cantidad igual a 2,14 segmentos de tiempo debido a que tiene un periodo más largo que el del rodillo 10 de detección.

Como se indicó anteriormente, los 50 segmentos de tiempo del periodo del rodillo de acoplamiento pueden corresponder a 50 segmentos circunferenciales alrededor del rodillo 11 de acoplamiento. Por lo tanto, aunque, a nivel conceptual, es el periodo del rodillo 11 de acoplamiento el que se separa en una pluralidad de segmentos de tiempo, ese concepto puede corresponder a una circunferencia física del rodillo 11 de acoplamiento, en donde cada segmento de tiempo individual del periodo del rodillo de acoplamiento también corresponde a un segmento circunferencial alrededor del rodillo 11 de acoplamiento. Por consiguiente, las diferencias en los periodos de rotación entre el rodillo 10 de detección y el rodillo 11 de acoplamiento medidas en unidades de “segmentos de tiempo” pueden considerarse con la misma facilidad en unidades de “segmentos circunferenciales”. En la descripción de las formas de realización de la presente invención que figura a continuación, se hace referencia a los “segmentos circunferenciales” para ayudar a comprender los aspectos de una forma de realización ejemplar de la presente invención. Sin embargo, un experto en la técnica reconocerá que los “segmentos de tiempo” y la periodicidad de los giros coincidentes también podrían utilizarse sin apartarse del alcance de la presente invención. Los “segmentos circunferenciales” y los “segmentos de tiempo” también pueden denominarse genéricamente “segmentos de seguimiento”; este último término abarca ambos tipos de segmentos asociados con el rodillo 11 de acoplamiento.

Como se indicó anteriormente, en un ejemplo particular, el rodillo 11 de acoplamiento puede tener una circunferencia mayor que el rodillo 10 de detección. Por ejemplo, el rodillo 11 de acoplamiento puede tener una circunferencia que se divide en 50 segmentos circunferenciales de longitud sustancialmente igual y el rodillo 10 de detección puede tener su propia circunferencia que puede ser menor que la circunferencia del rodillo 11 de acoplamiento. Una forma conveniente de caracterizar la diferencia en las circunferencias es usar unidades de medida que midan esa diferencia en términos de la longitud de los 50 segmentos circunferenciales del rodillo coincidente. En otras palabras, una circunferencia del rodillo 10 de detección puede describirse como una circunferencia de segmentos x más pequeña/mayor que una circunferencia del rodillo 11 de acoplamiento. Por ejemplo, el rodillo 10 de detección puede tener una circunferencia de 2,14 longitudes de segmento circunferencial del rodillo de acoplamiento inferiores a la circunferencia del rodillo 11 de acoplamiento (de manera equivalente, el rodillo 11 de acoplamiento puede tener una circunferencia de 2,14 segmentos del rodillo de acoplamiento más grandes que la circunferencia del rodillo de detección). En un ejemplo de este tipo, cuando el rodillo 10 de detección haga una revolución completa, el rodillo 11 de acoplamiento hará menos de una revolución completa en una cantidad igual a 2,14 longitudes de segmentos circunferenciales debido a que tiene una circunferencia mayor que la del rodillo 10 de detección y se supone que las partes de la superficie exterior del rodillo 10 de detección y del rodillo 11 de acoplamiento en el punto 12 de agarre coinciden con la velocidad de la banda 16.

Continuando con este ejemplo, las figuras 4A-4B ilustran cómo se recopilan los datos del sensor para segmentos circunferenciales particulares (o, alternativamente, segmentos de tiempo) correspondientes a una misma ubicación axial del rodillo 11 de acoplamiento para un sensor 26 particular del conjunto 24. Se recopilarán datos similares para cada uno de los sensores 26 restantes del conjunto 24. La columna 1000 situada más a la izquierda representa un número de revoluciones del rodillo 10 de detección. Si se supone que este sensor 26 en particular se pone en marcha cuando se encuentra simultáneamente en la región del punto 12 de agarre con el segmento circunferencial número 1 del rodillo 11 de acoplamiento, después de 1 revolución, el sensor 26 entrará en la región del punto de agarre concurrente con el segmento número 3 del rodillo 11 de acoplamiento. La segunda columna 1002 desde la izquierda representa el número de segmento circunferencial del rodillo 11 de acoplamiento que entra en la región de punto de agarre simultáneamente con el sensor 26 por cada revolución sucesiva del rodillo 10 de detección. Por ejemplo, después de 14 rotaciones, el segmento número 30 (véase el elemento 1003 de la figura 4A) entra en la región del punto 12 de agarre simultáneamente con el sensor 26. Solo las primeras 50 revoluciones se representan en las figuras 4A-4B; sin embargo, se podría observar cualquier número de revoluciones, por ejemplo, 500 revoluciones, para recopilar aún más datos.

Las dos columnas 1004, 1006 más a la derecha se refieren a la recopilación de datos para 500 revoluciones del rodillo 10 de detección. La columna 1004 representa cada uno de los 50 segmentos y la columna 1006 representa cuántas veces se muestreó cada uno de los segmentos, respectivamente, en las 500 revoluciones. Por ejemplo, el sensor 26 tomó muestras del segmento circunferencial número 28 del rodillo 11 de acoplamiento (es decir, en la región de punto de agarre simultáneamente con el sensor 26) once veces (véase el elemento 1005 de la figura 4A) diferentes veces durante las 500 revoluciones. La figura 5 representa un gráfico de distribución que muestra cuántas veces el sensor 26 tomó muestras de cada uno de los 50 segmentos circunferenciales durante 500 revoluciones. Dependiendo de la diferencia de circunferencia (o periodicidad) entre el rodillo 10 de detección y el rodillo 11 de acoplamiento, el número de veces que se muestrea cada uno de los 50 segmentos puede variar.

Como se ha mencionado anteriormente, se capturan datos similares a los de las figuras 4A-4B para cada sensor 26 del conjunto 24. Por lo tanto, cuando cada sensor 26 llegue a la región del punto 12 de agarre y detecte una lectura de presión, una porción de la superficie exterior del rodillo de acoplamiento particular en una ubicación axial correspondiente a ese sensor y en uno de los 50 segmentos circunferenciales del rodillo 11 de acoplamiento también estará en el punto 12 de agarre. La determinación del segmento de rodillo de acoplamiento que está en el punto 12 de agarre se puede lograr de diversas maneras diferentes. Una forma implica indexar uno particular de los 50 segmentos del rodillo de acoplamiento con una señal de activación que se dispara cada vez que el rodillo 11 de acoplamiento completa una revolución; se puede usar un periodo de tiempo desde la última señal de activación para determinar cuál de los 50 segmentos (medidos en relación con el segmento indexado) está en el punto 12 de agarre.

Por ejemplo, si el tiempo entre cada disparo de la señal de activación es de 275 ms, entonces cada segmento de tiempo es de 5,5 ms, lo que corresponde a uno de los 50 segmentos circunferenciales del balanceo coincidente. Una señal de presión generada por un sensor 26 en la región de punto de agarre que se produzca 55 ms después de la señal de activación se asignaría al segmento de tiempo 10 cuando hayan pasado diez segmentos de 5,5 ms, por ejemplo, la región de punto de agarre, desde que se emite la señal de activación hasta que se genera la señal de presión. La figura 10 se describe a continuación en el contexto de un procesador 903 que genera un perfil de punto de agarre en tiempo real. Además, el procesador 903 también puede recibir una señal de activación 901 relacionada con la rotación del rodillo 11 de acoplamiento. Como se acaba de describir, algún segmento circunferencial o posición 907 del rodillo 11 de acoplamiento puede indexarse o codificarse de tal modo que un generador de señales 900 detecte y genere la señal de activación 901 cada vez que el generador de señales 900 determine que el segmento 907 del rodillo 11 de acoplamiento completa otra rotación completa. Cuando el rodillo coincidente 11 gira de tal modo que la posición circunferencial o el segmento 907 estén alineados con una parte detectora del generador de señales 900, entonces uno de los 50 segmentos circunferenciales que se encuentra en la región de punto de agarre puede etiquetarse arbitrariamente como el primer segmento circunferencial, de modo que los otros segmentos circunferenciales puedan numerarse en relación con este primer segmento. Esta posición de rotación particular del rodillo 11 de acoplamiento puede considerarse una posición de referencia. A medida que el rodillo coincidente 11 gira, su posición de rotación variará con respecto a esa posición de referencia y la cantidad de esta variación determina cuál de los 50 segmentos circunferenciales se colocará en la región de punto de agarre. Por consiguiente, basándose en la posición de rotación del rodillo 11 de acoplamiento con respecto a esa posición de referencia, se puede determinar cuál de los 50 segmentos circunferenciales se encuentra en la región de punto de agarre cuando un sensor 26 particular genera una señal de presión.

Hay otras maneras de determinar la posición del rodillo 11 de acoplamiento. Una forma es usar un tacómetro de alta precisión que divida la rotación del rodillo 11 en varias divisiones, quizás 1000. En este ejemplo, cada segmento de tiempo estaría en 20 posiciones en el tacómetro de alta precisión. Todos los métodos para determinar la posición del rodillo de acoplamiento están incluidos en esta invención.

En un entorno ejemplar en el que hay 14 sensores 26 dispuestos axialmente, cada uno de los cuales puede denominarse de forma única utilizando un valor de índice de segmento axial que oscila entre “1” y “14”, y hay 50 segmentos circunferenciales en el rodillo 11 de acoplamiento (o segmentos de tiempo), cada uno de los cuales puede denominarse de forma única utilizando un valor de índice de segmento de seguimiento que oscila entre “1” y “50”, hay 7000 (es decir, $50 \times 14 = 7000$) únicos por cada uno mutaciones de pares que consisten en un número de sensor y un número de segmento circunferencial (o número de segmento de tiempo), en donde cada permutación es identificable por un conjunto de dos elementos que comprende un valor de índice de segmento axial respectivo y un valor de índice de segmento de seguimiento respectivo. En la realización ilustrada, los números de los sensores también corresponden a los segmentos axiales del rodillo correspondiente. Por lo tanto, los datos recopilados pueden considerarse una matriz de 50×14 como se representa en la figura 6. Cada fila de la figura 6 representa uno de los 50 segmentos circunferenciales del rodillo coincidente (o segmentos de tiempo) y cada columna representa uno de los 14 sensores 26 dispuestos axialmente y, por lo tanto, cada celda representa una de las 7000 permutaciones posibles. Cada columna también corresponde a una parte de la superficie exterior del rodillo correspondiente en una ubicación axial correspondiente al sensor 26 asignado a esa columna. Cada celda representa una combinación de un número de sensor (o número de segmento axial) y un segmento circunferencial del rodillo correspondiente (o segmento de tiempo) particular. Por ejemplo, la celda 100 representa un valor que se relacionará con una lectura de presión que se produjo cuando el sensor número 14 (el número 14 de los sensores 1 a 14 que definen el conjunto 24) entró en la región del punto 12 de agarre simultáneamente con una parte de la superficie exterior del rodillo correspondiente en una ubicación axial correspondiente al sensor número 14 y al segmento circunferencial del rodillo correspondiente número 1 (o segmento temporal número 1). Por lo tanto, cada celda de la matriz representa una permutación única de entre todas las posibles permutaciones de diferentes números de segmentos axiales (por ejemplo, 1-14) y números de segmentos circunferenciales (por ejemplo, 1-50) (o segmentos de tiempo 1-50). Por lo tanto, un valor almacenado en un elemento de matriz particular se asocia con una permutación particular de posibles números de segmentos axiales y números de segmentos circunferenciales (o segmentos de tiempo).

La matriz de la figura 6 puede ser, por ejemplo, una matriz de “recuentos” en donde cada celda representa el número de veces que un sensor particular y una porción de superficie exterior del rodillo de acoplamiento particular en una ubicación axial correspondiente a ese sensor y a un segmento circunferencial del rodillo de acoplamiento particular estuvieron simultáneamente en la región del punto 12 de agarre para adquirir un valor de lectura de presión. La figura 7 ilustra una matriz de tamaño similar (es decir, 50×14) pero los valores dentro de las celdas de la matriz son diferentes de los de la figura 6. La celda 200 sigue representando un valor que está relacionado con el número de sensor 14 (o el segmento axial 14, de entre 1 y 14 segmentos axiales, del rodillo 11 de acoplamiento) y el segmento circunferencial 1 pero, en este ejemplo, el valor es un total acumulado de lecturas de presión, por ejemplo, en libras/pulgada², adquiridas por el sensor para ese segmento circunferencial durante una pluralidad de rotaciones del rodillo 10 de detección. Por lo tanto, cada vez que el sensor número 14 entra en la región del punto 12 de agarre junto con el segmento circunferencial número 1, el valor de lectura de presión adquirido se suma al contenido que ya está en la celda 200. Cada una de las 7000 celdas de esta matriz de la figura 7 se calcula de manera análoga para sus respectivos sensores y segmentos asociados.

A partir de las matrices de la figura 6 y la figura 7, se puede calcular una matriz de presión promedio representada en la figura 8A. Por ejemplo, la celda 100 incluye el número de lecturas de presión asociadas con el sensor número 14 (o el segmento axial 14 del rodillo 11 de acoplamiento) y el segmento circunferencial número 1, mientras que la celda 200 incluye el total o la suma de todas esas lecturas de presión. Por lo tanto, la división de la celda 200 por la celda 100 proporciona un valor de presión promedio para esa permutación particular del número de sensor y el número de segmento circunferencial del rodillo correspondiente que entró simultáneamente en la región del punto 12 de agarre.

Como resultado, la matriz de la figura 8A representa un valor de presión promedio que se detecta para cada número de sensor particular y número de segmento circunferencial del rodillo correspondiente. El tiempo durante el que se recopilan dichos datos determina cuántas lecturas de presión diferentes se utilizan en dichos cálculos.

Las lecturas de presión sin procesar, o señales, de los sensores 26 pueden verse afectadas por una variedad de componentes del sistema que mueve la banda 16. En particular, los valores promedio en la matriz de presión promedio de la figura 8A están relacionados con la variabilidad sincronizada con el rodillo 11 de acoplamiento. Sin embargo, puede haber otros componentes de variabilidad que no estén sincronizados con el rodillo 11 de acoplamiento, como la variabilidad en una dirección transversal (CD), que se muestra en la figura 2. Una medida de esta variabilidad de la CD se captura calculando un promedio para cada columna de la matriz de presión promedio. Por lo tanto, la matriz de presión promedio de la figura 8A también puede incluir una fila 302 que representa un valor promedio de columna. Cada una de las 14 columnas puede tener 50 celdas que se pueden promediar juntas para calcular un valor promedio para esa columna. Por ejemplo, la celda 304 sería el valor promedio en las 50 celdas de la segunda columna de la matriz de presión promedio. Como se describe más detalladamente a continuación, un valor de celda corregido puede calcularse restando de cada celda de la matriz de presión promedio su valor promedio de columna correspondiente de la fila 302. Por lo tanto, la matriz de presión promedio en la figura 8A incluye valores de presión promedio en cada celda e información necesaria para corregir esos valores en la fila 302.

Alternativamente, un experto en la técnica reconocerá que podría construirse una matriz de corrección completamente separada (que tenga, por ejemplo, 7000 elementos o celdas) que se llene con valores ya corregidos de cada una de las celdas de la matriz de presión promedio. Por lo tanto, se podría crear una matriz de corrección, como se ilustra en la figura 8B, que esté separada de la matriz de presión promedio de la figura 8A. Cada celda (por ejemplo, la celda 310) de la matriz de corrección tiene un valor que se basa en la celda correspondiente (por ejemplo, 300) de la matriz de presión promedio. Más particularmente, el valor de cada celda de matriz de presión promedio se corrige restando un valor promedio de columna apropiado que se encuentra en la fila 302 para determinar un valor corregido para almacenar en una celda correspondiente de la matriz de corrección de la figura 8B.

Las sesiones individuales de recopilación de lecturas de presión para llenar las matrices de las figuras 6, 7, 8A y 8B pueden ser demasiado cortas para construir matrices sólidas y completas debido a las limitaciones del búfer de datos y de la duración de la batería de los sistemas de adquisición de datos en comunicación con el rodillo 10 de detección. En tales casos, las sesiones de recopilación consecutivas se pueden combinar sin poner a cero las matrices (es decir, los recuentos y las matrices de suma) al iniciar una nueva sesión de recopilación o combinando las matrices separadas recopiladas de forma post hoc. Por consiguiente, las recopilaciones pueden detenerse y reiniciarse sin pérdida de fidelidad de los datos siempre que se mantenga la sincronización del rodillo de acoplamiento. En particular, la combinación de varias sesiones de recopilación separadas por intervalos de tiempo puede resultar beneficiosa para ayudar a rellenar las matrices. Por ejemplo, si la diferencia de periodo entre las dos tiradas estuviera más cerca de 2,001 en lugar de 2,14 segmentos de tiempo/circunferenciales, la colección tendería a recopilar solo segmentos de tiempo/circunferenciales con números iguales a corto plazo (es decir, los segmentos con números pares son aquellos que se desplazan un número par de segmentos con respecto a un segmento inicial) hasta que haya transcurrido el tiempo suficiente para mover la colección a los segmentos circunferenciales o temporales de números impares. La combinación de sesiones de recopilación separadas por un retraso prolongado puede ayudar a cambiar la recopilación para que los datos se capturen de manera más uniforme para todos los diferentes segmentos temporales o circunferenciales, ya que no se espera que el periodo de la lista de cotejo esté relacionado con intervalos de tiempo arbitrarios entre las sesiones de recopilación.

Por consiguiente, un “protocolo” o conjunto de recopilación de datos, por ejemplo, sesiones de recopilación de datos que se producen durante un periodo de 24 horas, puede incluir datos de una o más sesiones de recopilación de datos. Cada sesión de recopilación de datos puede incluir típicamente una recopilación continua de datos durante un breve periodo de tiempo (por ejemplo, dos minutos, cinco minutos, diez minutos, etc.) que se repite periódicamente (por ejemplo, una vez cada hora). Un conjunto de recopilación de datos puede incluir todas las sesiones de recopilación de datos que tienen lugar en un día. Cuando comienza cada nuevo protocolo o conjunto de recopilación de datos, una matriz de recuentos y una matriz de suma de un conjunto de recopilación de datos completado más recientemente se pueden restablecer a cero para que los datos de ese nuevo conjunto o protocolo de recopilación de datos sean independientes de los datos recopilados anteriormente. Sin embargo, una matriz de presión promedio, y opcionalmente una matriz de corrección correspondiente, del conjunto de recopilación de datos completado más recientemente puede no ponerse a cero, sino que puede almacenarse para su uso durante cada una de las sesiones de recopilación que forman parte del nuevo conjunto de recopilación de datos (es decir, el siguiente). Una vez finalizado este nuevo conjunto de recopilación de datos, se pueden calcular y utilizar una nueva matriz de presión promedio y una matriz de corrección para sobrescribir la matriz de presión promedio y la matriz de corrección almacenadas. De

este modo, los parámetros relacionados con la presión sobre el rodillo de acoplamiento pueden recopilarse y compararse en diferentes momentos con fines de diagnóstico, por ejemplo, o para ajustar potencialmente las condiciones operativas actuales de los rodillos 10 y 11.

Otras matrices, no mostradas, pueden calcularse basándose en los datos del sensor utilizados para construir las matrices de las figuras 6, 7, 8A y 8B. Por ejemplo, se pueden elevar al cuadrado los valores de presión utilizados para construir la matriz de la figura 7 y, a continuación, sumar esos valores cuadrados para construir una matriz de suma cuadrada que puede ser útil para dividir la variabilidad en variabilidad transversal (CD), variabilidad rotacional, variabilidad bidimensional y variabilidad residual. Las particiones de variabilidad pueden tener tendencias con fines operativos y/o de mantenimiento.

La matriz de presión promedio de la figura 8A se puede generar durante un conjunto de sesiones de recolección en un intento de monitorizar y medir las características operativas de cómo los rodillos 10 y 11 comprimen la banda 16. Los datos de la matriz de presión promedio de la figura 8A o de la matriz de corrección de la figura 8B pueden usarse entonces durante una sesión de recolección de un conjunto posterior de sesiones de recolección para corregir las lecturas de presión sin procesar o en tiempo real de los sensores 26 para detectar cualquier impacto rotacional del rodillo 11 de acoplamiento. En la presente descripción, los datos detectados o adquiridos por un sensor (por ejemplo, 26) pueden denominarse “señal” o “lectura”, como en una “lectura de presión sin procesar”, una “lectura de presión en tiempo real”, una “señal de presión” o una “señal de sensor”. La corrección de cada una de las lecturas de presión sin procesar o en tiempo real da como resultado un “valor de lectura de presión ajustado” respectivo. Estos valores de lectura de presión ajustados se pueden usar para iniciar o actualizar un perfil de presión promedio en tiempo real para el punto de agarre entre los rodillos 10 y 11, como se explicará más adelante. Al inicio de cada nueva sesión de recolección, el perfil de presión promedio en tiempo real se puede restablecer a cero. El perfil de presión promedio en tiempo real se puede usar para ajustar las presiones de carga y las coronas enrollables o la curvatura del rodillo (usando, por ejemplo, cilindros hidráulicos internos) para lograr un perfil de presión plano.

Como se explica con más detalle con respecto al diagrama de flujo de la figura 9, se puede obtener una lectura de presión sin procesar o en tiempo real (es decir, la señal del sensor) de cada sensor 26 cada vez que entra en el punto 12 de agarre. Como se indicó anteriormente, cada lectura de presión sin procesar, o señal de sensor, se puede ajustar usando la información del valor de presión promedio en las matrices de la figura 8A y/o la figura 8B para calcular un valor de lectura de presión ajustado. En particular, estas matrices pueden haberse creado a partir de un conjunto de recopilación de datos anterior, como el de un día antes. Los valores de lectura de presión ajustados pueden usarse entonces por el procesador 903 para iniciar o actualizar un perfil de presión promedio en tiempo real.

El diagrama de flujo de la figura 9 representa un método ejemplar para generar un perfil de presión promedio en tiempo real según los principios de la presente invención. En la etapa 902, se inicia la recopilación de datos. El inicio de la recopilación de datos podría ocurrir cuando un rodillo 10 de detección y/o un rodillo 11 de acoplamiento se pongan en funcionamiento por primera vez o podría producirse después de un periodo de mantenimiento u otra interrupción del trabajo. Por consiguiente, en algunos casos, una matriz de presión promedio previamente calculada y almacenada podría ser beneficiosa para ajustar las lecturas de presión sin procesar posteriores y, en otros casos, puede ser beneficioso realizar la recopilación de datos sin usar ningún dato anterior sobre el punto 12 de agarre.

Por lo tanto, en la etapa 904, se determina si existe una matriz de presión promedio almacenada y si se debe usar o no en el proceso de recopilación de datos actual iniciado en la etapa 902. Si la matriz de presión promedio no existe, o si existe y se elige no usarla, entonces en la etapa 906 todas las celdas de la matriz de presión promedio se ponen a cero para que la matriz se inicialice a un estado conocido.

De lo contrario, los valores de una matriz de presión promedio almacenada se usan como se describe a continuación. Como se mencionó anteriormente, puede ser beneficioso tener registros de diferentes matrices de presión promedio para que puedan compararse entre sí para identificar posibles tendencias o problemas relacionados con las condiciones de mantenimiento u operación. Por lo tanto, parte de la etapa 904 puede incluir presentar a un operador una lista de matrices de presión promedio disponibles que se almacenan para que el operador pueda seleccionar una matriz particular para su uso. En la realización ilustrada, típicamente se selecciona la matriz de presión promedio de un conjunto de sesiones de recolección anterior, es decir, de un día antes.

En algunos casos, la recopilación de datos durante un conjunto de sesiones de recopilación puede interrumpirse por diversas razones operativas. Por lo tanto, puede resultar beneficioso poder reanudar un conjunto de sesiones de recopilación sin volver a empezar y perder todos los datos que se recopilaban antes de que se interrumpiera ese conjunto. En la etapa 908, se toma la determinación de usar los recuentos y matrices de suma existentes (por ejemplo, la figura 6 y la figura 7) de un conjunto de sesiones de recopilación previamente interrumpidas. Si la determinación es no usar estas matrices, entonces la matriz de conteos y la matriz de suma se ponen a cero en la etapa 910. Sin embargo, si se decide continuar con un conjunto de sesiones de recopilación, los recuentos y las matrices de suma existentes se utilizan en los pasos posteriores de la recopilación de datos.

La etapa 912 inicia una nueva sesión de recolección inicializando, o poniendo a cero, un antiguo perfil de presión promedio en tiempo real. Al final de esta nueva sesión de recolección, se calculará un nuevo perfil de presión promedio

en tiempo real. El perfil de presión promedio en tiempo real tendrá un valor para cada uno de los segmentos axiales del rodillo 10 de detección, tal como se describe más detalladamente a continuación.

En la etapa 914, los sensores 26 del rodillo 10 de detección recopilan las lecturas de presión sin procesar, o las señales de los sensores. Además de las propias lecturas de presión sin procesar, se recopilan los segmentos de tiempo correspondientes (o segmentos circunferenciales) del rodillo 11 de acoplamiento y los números de segmentos axiales (por ejemplo, del 1 al 14) para cada lectura de presión sin procesar. Por ejemplo, un sensor 26 particular entrará en una región del punto 12 de agarre y adquirirá una lectura de presión sin procesar. Basándose en la señal de activación 901 descrita anteriormente, también se puede determinar cuál de los 50 segmentos circunferenciales, o 50 segmentos de tiempo, del rodillo coincidente 11 también se encuentra en el punto 12 de agarre. Por lo tanto, basándose en el segmento circunferencial determinado y en el sensor 26, que corresponde a un segmento axial particular, se puede identificar una de las 7000 celdas en cada una de las matrices de la figura 6 y la figura 7. Una vez que se identifican esas celdas, la matriz de recuentos y la matriz de suma se pueden actualizar, en la etapa 916.

Además, una de las 7000 celdas de la matriz de presión promedio almacenada (por ejemplo, la figura 8A) puede identificarse basándose en el segmento circunferencial y el sensor correspondientes a la lectura de presión sin procesar detectada en la etapa 914. El valor de presión promedio de esa celda de matriz correspondiente puede seleccionarse, en la etapa 917, y corregirse usando su valor promedio de columna correspondiente (por ejemplo, de la fila 302 de la figura 8A). Como se ha descrito anteriormente, corregir un valor de celda de la matriz de presión promedio puede implicar restar el valor promedio de columna apropiado de ese valor de celda para determinar un valor de celda corregido (es decir, un valor de presión promedio corregido). Este valor de presión promedio corregido se puede usar entonces, en la etapa 918, para ajustar la lectura de presión sin procesar. En particular, el valor de presión promedio corregido de la matriz de presión promedio se puede restar de la lectura de presión sin procesar.

En aquellos casos en los que una matriz de presión promedio almacenada no está disponible o se usa una matriz de presión promedio puesta a cero, la lectura de presión sin procesar permanece sin cambios en las etapas 917 y 918. Además, en aquellos casos donde se crea una matriz de “corrección” separada de la matriz de presión promedio, las etapas 917 y 918 se pueden combinar de modo que se seleccione un valor de celda apropiado directamente de la matriz de “corrección” y se use para ajustar una lectura de presión sin procesar.

El valor de la etapa 918 está asociado a un segmento axial particular del rodillo 10 de detección (tal como se identifica en la etapa 914) y a un segmento axial correspondiente del perfil de presión promedio en tiempo real. Por lo tanto, el valor de la etapa 918 se almacena, en la etapa 920, para poder calcular el perfil de presión promedio en tiempo real. Cada vez que se ajusta una lectura de presión sin procesar utilizando un valor de celda matriz de presión promedio corregido, se calcula un valor de lectura de presión ajustado, o un valor de lectura de presión sin procesar ajustado. Ese valor de lectura de presión ajustado se suma con todos los demás valores de lectura de presión ajustados para un segmento axial particular adquiridos anteriormente durante la sesión de recolección actual y también se almacena un recuento del número total de valores de lectura de presión ajustados utilizados para construir esa suma. A partir de estos datos almacenados y al final de la sesión de recopilación, véase la etapa 924, se puede construir un valor de presión promedio para cada segmento axial del perfil de presión promedio en tiempo real dividiendo la suma de los valores de lectura de presión ajustados por el recuento del número total de valores de lectura de presión ajustados.

La determinación de si la sesión de recogida está completa se determina en la etapa 922. La determinación en la etapa 922 puede basarse en la sesión de recolección que dura un periodo de tiempo predeterminado (por ejemplo, 5 minutos) o en la sesión de recolección que dura un número predeterminado de rotaciones del rodillo 10 de detección (por ejemplo, 100 rotaciones).

Si, en la etapa 922, se determina que la sesión de recogida está completa, entonces se calcula el perfil de presión promedio en tiempo real y se emite en la etapa 924. Sin embargo, si la sesión de recogida no está completa, el control vuelve a la etapa 914 y se adquieren y ajustan más lecturas de presión sin procesar para continuar acumulando los datos que se utilizarán para calcular el perfil de presión promedio en tiempo real.

La matriz de presión promedio (por ejemplo, la figura 8A) se puede construir usando datos recopilados en múltiples sesiones de recolección (es decir, un conjunto de sesiones de recolección). Tal como se indicó anteriormente, un conjunto de sesiones de recopilación puede definirse como que se produce cada 24 horas. Por lo tanto, en la etapa 926, se determina si se ha completado o no un conjunto actual de sesiones de recopilación, por ejemplo, ¿ha finalizado un periodo de 24 horas determinado para un conjunto de sesiones de recopilación actual? Si el conjunto de sesiones para construir una nueva matriz de presión promedio no está completo, entonces se puede determinar en la etapa 928 si se debe continuar o no con el proceso de adquisición de lecturas de presión relacionadas con el punto 12 de agarre. Por ejemplo, un operador puede optar por interrumpir el proceso de recopilación de datos por diversas razones relacionadas con la operación. Por lo tanto, en la etapa 930, el proceso de la figura 9 se puede detener si se desea; de lo contrario, se introduce un retraso, en la etapa 932, antes de que se inicie la siguiente sesión de recopilación del conjunto actual en la etapa 912. En la realización ilustrada, cada sesión de recogida se produce durante un periodo de tiempo predefinido, por ejemplo, cinco minutos, y el periodo de retraso comprende otro periodo de tiempo predefinido, por ejemplo, 55 minutos.

Sin embargo, si el conjunto de sesiones de recopilación está completo, en la etapa 934 se construye la matriz de presión promedio para el conjunto completo de sesiones de recopilación, utilizando la matriz de recuentos y la matriz de suma que se estaban actualizando en la etapa 916. Esta nueva matriz de presión promedio se almacena entonces, en la etapa 936, para que sus valores puedan usarse en la etapa 918 al ajustar las lecturas de presión sin procesar adquiridas durante las sesiones de recolección posteriores de un nuevo conjunto para calcular diferentes perfiles de presión promedio en tiempo real. Una vez que se construye una nueva matriz de presión promedio, también se podría construir y almacenar una matriz de corrección correspondiente. Si se construye y almacena dicha matriz de corrección, entonces sus valores se pueden usar en la etapa 918 al ajustar las lecturas de presión sin procesar adquiridas durante las sesiones de recolección posteriores de un nuevo conjunto. En la etapa 938, se produce un retraso antes de comenzar la construcción de una nueva matriz de presión promedio iniciando un nuevo conjunto de sesiones de recolección. Por ejemplo, el retraso típicamente puede ser igual al retraso usado en la etapa 932 (por ejemplo, 55 minutos). Tras el retraso de la etapa 938, las matrices de recuento y suma se ponen a cero en la etapa 910 y una primera sesión de recopilación, de un nuevo conjunto de sesiones de recopilación, comienza con la etapa 912.

En la descripción anterior, en las etapas 917 y 918, se ajusta una lectura de presión sin procesar usando un valor corregido de una celda correspondiente de la matriz de la figura 8A que tiene valores de presión promedio para cada una de las 7000 permutaciones posibles. Alternativamente, el suavizado de datos podría lograrse promediando las celdas corregidas adyacentes de la matriz de la figura 8A antes de ajustar la lectura de presión sin procesar. Con el fin de simplificar la descripción de los posibles enfoques de suavizado de datos, a continuación se hace referencia a una matriz de corrección separada, tal como la de la figura 8B, que tiene valores de celda que ya se han corregido utilizando los promedios de columna apropiados de la matriz de presión promedio de la figura 8A. Por ejemplo, en una columna particular de la matriz de corrección, una celda tendrá filas adyacentes que representan segmentos circunferenciales adyacentes. Por consiguiente, se podrían seleccionar cinco celdas (por ejemplo) de la matriz de corrección: una celda particular (asociada a una lectura de presión sin procesar actual) y las dos celdas por encima de ella y las dos celdas por debajo de ella. Los cinco valores de estas cinco celdas pueden promediarse por sí mismos para calcular un valor de ajuste para restarlo de la lectura de presión sin procesar en la etapa 918. El suavizado se puede utilizar cuando algunas celdas de la matriz de recuento (figura 6) tienen valores bajos que tienden a hacer que la matriz de presión promedio (figura 8A) sea ruidosa. Si una celda de la matriz de recuento tiene cero recuentos, entonces no se puede realizar la presión promedio calculada correspondiente a esa celda y es necesario suavizarla.

También se podría lograr un suavizado de datos similar en la dirección axial. En este caso, se podrían seleccionar tres celdas, por ejemplo, de la matriz de corrección de la figura 8B: una celda particular asociada con una lectura de presión sin procesar actual, la celda a su izquierda y la celda a su derecha. Los tres valores de estas tres celdas podrían promediarse juntos para calcular un valor de ajuste para restar de la lectura de presión sin procesar en la etapa 918.

La figura 10 ilustra la arquitectura general de un sistema particular para monitorizar la calidad del producto de producción de papel. El sistema de la figura 10 incluye el procesador 903, indicado anteriormente, que define un sistema de medición y control que evalúa y analiza el funcionamiento del rodillo 11. El procesador 903 comprende cualquier dispositivo que reciba datos de entrada, procese esos datos a través de instrucciones informáticas y genere datos de salida. Dicho procesador puede ser un dispositivo portátil, un ordenador portátil o un ordenador de sobremesa, un ordenador de escritorio, un microordenador, un procesador de señal digital (DSP), un ordenador central, un servidor, otros dispositivos informáticos programables o cualquier combinación de los mismos. El procesador 903 también se puede implementar utilizando dispositivos lógicos programables, tales como matrices de puertas programables en campo (FPGA) o, alternativamente, realizarse como circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC) o dispositivos similares. El procesador 903 puede calcular y mostrar el perfil de presión promedio en tiempo real calculado al final de la sesión de recolección anterior. Por ejemplo, las mediciones de presión de los sensores 26 pueden enviarse a un receptor inalámbrico 905 desde el transmisor o transmisores 40 situados en el rodillo 10 de detección. Las señales se pueden comunicar entonces al procesador 903. Se contempla que el procesador 903, además de calcular un perfil de presión promedio en tiempo real, pueda usar el perfil de presión promedio en tiempo real para ajustar automáticamente los mecanismos de corona y carga para lograr un perfil de presión plano. Un operador también puede ajustar manualmente la corona y los mecanismos de carga utilizando la información proporcionada por el perfil de presión promedio en tiempo real.

Como se indicó anteriormente, una ventaja de incorporar un único conjunto de sensores en los rodillos cubiertos es medir el perfil de presión en tiempo real y ajustar las presiones de carga y las coronas de los rodillos o la curvatura de los rodillos (utilizando, por ejemplo, cilindros hidráulicos internos) para lograr un perfil de presión plano. Como alternativa a un único conjunto 24 de sensores 26, tal como se muestra en la figura 2, la figura 11 representa dos pluralidades o matrices 24A, 28 de sensores 126A, 30 en un rodillo 102 de detección. En la realización ilustrada, el rodillo 102 de detección está separado en 14 segmentos axiales. Las pluralidades primera y segunda 24A y 28 de los sensores 126A y 30, respectivamente, están dispuestas al menos parcialmente en la cubierta enrollable 22. Cada uno de la primera pluralidad 24A de sensores 126A está ubicado en uno de los 14 segmentos axiales del rodillo 102 de detección. Del mismo modo, cada uno de la segunda pluralidad 28 de sensores 30 está ubicado en uno de los 14 segmentos axiales del rodillo 102 de detección. Cada sensor 126A de la primera pluralidad 24A tiene un sensor 30 correspondiente de la segunda pluralidad 28 ubicado en un mismo segmento axial del rodillo 102 de detección. La primera pluralidad 24A de sensores 126A está dispuesta a lo largo de una línea que gira en espiral alrededor de toda

la longitud del rodillo 102 en una sola revolución para definir un patrón helicoidal. De manera similar, la segunda pluralidad 28 de sensores 30 está dispuesta a lo largo de una línea que gira en espiral alrededor de toda la longitud del rodillo 102 en una sola revolución para definir un patrón helicoidal. Las pluralidades primera y segunda 24A y 28 de los sensores 126A y 30 están separadas entre sí en 180 grados. Cada sensor 126A y 30 mide la presión que se ejerce sobre el sensor cuando entra en la región del punto 12 de agarre entre los rodillos 102 y 11. Se contempla que las pluralidades primera y segunda 24A y 28 de los sensores 126A y 30 puedan disponerse linealmente para definir la primera y la segunda líneas de sensores, que están separadas aproximadamente 180 grados. También se contemplan diversas configuraciones alternativas de una pluralidad de sensores. Por ejemplo, una pluralidad de sensores podrían disponerse helicoidalmente en una línea que gira en espiral, en dos revoluciones, alrededor de toda la longitud del rodillo 102.

Suponiendo el ejemplo anterior de 14 segmentos axiales y 50 segmentos circunferenciales, cada pluralidad 24A, 28 de sensores 126A, 30 puede tener sus propias matrices de 7000 celdas correspondientes de valores almacenados. Por lo tanto, la pluralidad 24A de sensores 126A puede tener matrices para varias veces que un sensor 126A particular y un segmento circunferencial del rodillo correspondiente estuvieron en la región del punto 12 de agarre (por ejemplo, una matriz de recuento), sumas de lecturas de presión (por ejemplo, una matriz de suma), valores de presión promedio (por ejemplo, una matriz de presión promedio) y valores de presión promedio corregidos (una matriz de corrección). La pluralidad 28 de sensores 30 también puede tener sus propias matrices para varias veces que un sensor 30 particular y un segmento circunferencial del rodillo correspondiente estuvieron en la región del punto 12 de agarre (por ejemplo, una matriz de recuento), sumas de lecturas de presión (por ejemplo, una matriz de suma), valores de presión promedio (por ejemplo, una matriz de presión promedio) y valores de presión promedio corregidos (por ejemplo, una matriz de corrección). En cada una de las celdas respectivas se almacena un valor que está asociado a un sensor particular 126A, 30 y a un segmento axial y un segmento circunferencial particulares del rodillo de acoplamiento. Por consiguiente, se almacenarían matrices similares a las de las figuras 6, 7, 8A y 8B para cada una de las diferentes pluralidades de sensores, o matrices de sensores, 24A, 28. Sin embargo, debido a que los datos fueron recopilados por sensores separados por 180°, las diferencias entre los valores en los dos conjuntos de matrices pueden revelar información sobre la variabilidad rotacional del rodillo 10 de detección.

Por lo tanto, para la primera pluralidad 24A de sensores, hay 14 sensores 126A dispuestos axialmente, cada uno de los cuales puede denominarse de forma única utilizando un valor de índice de segmento axial que oscila entre "1" y "14", y hay 50 segmentos de seguimiento asociados al rodillo 11 de acoplamiento, cada uno de los cuales puede denominarse de forma única utilizando un valor de índice de segmento de seguimiento que oscila entre "1" y "50", que en conjunto crean 7000 (es decir, $50 \times 14 = 7000$) únicas permutaciones de pares que consisten en un número de sensor y un número de segmento circunferencial (o número de segmento de tiempo), en donde cada permutación es identificable por un primer conjunto de dos elementos que comprende un valor de índice de segmento axial respectivo y un valor de índice de segmento de seguimiento respectivo. Por lo tanto, una lectura de presión sin procesar de un sensor 126A puede asociarse con un valor de índice de segmento axial y un valor de índice de segmento de seguimiento que, juntos, identifican de manera única 1 de las 7000 celdas en cada una de las matrices mostradas en las figuras 6, 7, 8A y 8B que están asociadas con la primera pluralidad 24A de sensores. Basándose en la permutación particular de un valor de índice de segmento axial y un valor de índice de segmento de seguimiento, los datos pueden añadirse a, o extraerse de, una celda apropiada de una de esas matrices asociadas con la primera pluralidad 24A de sensores.

Además de esas 7000 permutaciones, para la segunda pluralidad 28 de sensores 30, también hay 14 sensores 30 dispuestos axialmente, cada uno de los cuales puede denominarse de forma única utilizando un valor de índice de segmento axial que oscila entre "1" y "14", y todavía existen los 50 segmentos de seguimiento asociados al rodillo 11 de acoplamiento, cada uno de los cuales puede denominarse de forma única utilizando los valores de índice de segmento de seguimiento, que crean 7000 (es decir, $50 \times 14 = 7000$) permutaciones únicas mutaciones de pares que consisten en un número de sensor y un número de segmento circunferencial (o número de segmento de tiempo), en donde cada permutación es identificable por un segundo conjunto de dos elementos que comprende un valor de índice de segmento axial respectivo y un valor de índice de segmento de seguimiento respectivo. Por lo tanto, una lectura de presión sin procesar de un sensor 30 puede asociarse con un valor de índice de segmento axial y un valor de índice de segmento de seguimiento que, juntos, identifican de manera única 1 de las 7000 celdas en cada una de las matrices mostradas en las figuras 6, 7, 8A y 8B que están asociadas con la segunda pluralidad 28 de sensores. Basándose en la permutación particular de un valor de índice de segmento axial y un valor de índice de segmento de seguimiento, los datos pueden añadirse a, o extraerse de, una celda apropiada de una de esas matrices asociadas con la segunda pluralidad 28A de sensores.

Un concepto similar al de tener dos pluralidades de sensores 24A y 28 en el rodillo 102 de detección es tener un conjunto de sensores 24 en el rodillo 10 de detección (denominado primer rodillo de detección en esta realización), como se muestra en la figura 2, pero también tener un rodillo 11A de acoplamiento (véase la figura 12) con un conjunto 25 de sensores 27 para definir un segundo rodillo de detección, en donde el rodillo 11A de acoplamiento reemplaza al rodillo 11 de acoplamiento en la figura 2. Por lo tanto, además de los sensores 26, también estaría la matriz 25 de sensores 27 que entran en la región del punto 12 de agarre durante cada rotación del segundo rodillo 11A de detección. Como en el caso de dos conjuntos de sensores 24A, 28, se podrían construir una matriz de conteos, una matriz de suma, una matriz de presión promedio y una matriz de corrección respectivas para el primer rodillo 10 de detección y

el segundo rodillo 11A de detección. Sin embargo, una diferencia con respecto a la descripción anterior es que un generador de señales independiente 900A y una señal 901A de activación separada (que se muestran de forma discontinua en la figura 10) también pueden asociarse con el primer rodillo 10 de detección, de modo que su periodo se pueda dividir en diferentes segmentos de tiempo (o segmentos circunferenciales) que están asociados con las lecturas de presión cuando uno de los sensores 27 se acopla o el segundo rodillo 11A de detección entra en la región del punto 12 de agarre.

Por lo tanto, para la matriz de sensores 24 del primer rodillo 10 de detección, hay 14 sensores 26 dispuestos axialmente, cada uno de los cuales puede denominarse de forma única utilizando un primer valor de índice de segmento axial que oscila entre "1" y "14", y hay 50 segmentos de seguimiento asociados con el segundo rodillo 11A de detección, cada uno de los cuales puede denominarse de forma única utilizando un primer valor de índice de segmento de seguimiento que oscila entre "1" y "50", que en conjunto crean 7000 (es decir, $50 \times 14 = 7000$) permutaciones únicas de pares que consisten en un número de sensor y un número de segmento circunferencial (o tiempo) número de segmento), en donde cada permutación es identificable por un primer conjunto de dos elementos que comprende un primer valor de índice de segmento axial respectivo y un primer valor de índice de segmento de seguimiento respectivo. Por lo tanto, una lectura de presión sin procesar de un sensor 26 puede asociarse con un primer valor de índice de segmento axial y un primer valor de índice de segmento de seguimiento que, juntos, identifican de manera única 1 de las 7000 celdas en cada una de las matrices mostradas en las figuras 6, 7, 8A y 8B que están asociadas con la matriz de sensores 24. Basándose en la permutación particular del primer valor de índice del segmento axial y del primer valor de índice del segmento de seguimiento, los datos pueden añadirse a, o extraerse de, una celda apropiada de una de esas matrices asociadas con la matriz de sensores 24.

Además de esas 7000 permutaciones, para la matriz de sensores 25 también hay 14 sensores 27 dispuestos axialmente, cada uno de los cuales puede denominarse de forma única utilizando un segundo valor de índice de segmento axial que oscila entre "1" y "14", y hay 50 segmentos de seguimiento asociados al rodillo 10 de detección, cada uno de los cuales puede denominarse de forma única utilizando un segundo valor de índice de segmento de seguimiento que oscila entre "1" y "50", lo que crea 7000 (es decir, $50 \times 14 =$) permutaciones únicas de pares que consisten en un número de sensor y un número de segmento circunferencial (o número de segmento de tiempo), en donde cada permutación es identificable por un segundo conjunto de dos elementos que comprende un segundo valor de índice de segmento axial respectivo y un segundo valor de índice de segmento de seguimiento respectivo. Por lo tanto, una lectura de presión sin procesar de un sensor 27 puede asociarse con un segundo valor de índice de segmento axial y un segundo valor de índice de segmento de seguimiento que, juntos, identifican de manera única 1 de las 7000 celdas en cada una de las matrices mostradas en las figuras 6, 7, 8A y 8B que están asociadas con la matriz de sensores 25. Basándose en la permutación particular del segundo valor índice del segmento axial y el segundo valor índice del segmento de seguimiento, los datos pueden añadirse a, o extraerse de, una celda apropiada de una de esas matrices asociadas con la matriz de sensores 25.

El proceso de la figura 9 es sustancialmente el mismo incluso cuando hay múltiples matrices o pluralidades de sensores y múltiples conjuntos de matrices, tal como, por ejemplo, si hay dos rodillos de detección 10, 11A o hay dos matrices o conjuntos (24A, 28) de sensores en un solo rodillo de sensores 102. De manera similar a la etapa 914, todavía se está adquiriendo la lectura de presión sin procesar de un sensor que entra en el punto 12 de agarre. Sin embargo, los recuentos y matrices de suma apropiados que se actualizarán también tienen en cuenta de qué pluralidad (por ejemplo, 24A, 28) o matriz (por ejemplo, 24, 25) forma parte el sensor. De manera similar, cuando se ajusta la lectura de presión sin procesar, se selecciona un valor de presión promedio de la matriz de presión promedio apropiada que corresponde a esa pluralidad de sensores 24A, 28 o matriz 24, 25, véase la etapa 917. En cuanto a los datos del perfil de presión promedio en tiempo real que se almacenan, las lecturas de presión ajustadas se pueden promediar en su valor de segmento axial apropiado del perfil, independientemente de la pluralidad de sensores 24A, 28 o la matriz 24, 25 utilizada para adquirir esa lectura. Además, en una realización que tiene múltiples pluralidades o matrices de sensores, las etapas 934 y 936 se completan para cada pluralidad o matriz de sensores; en otras palabras, se construye y almacena una matriz de presión promedio respectiva para cada pluralidad (por ejemplo, 24 A, 28) o conjunto (por ejemplo, 24, 25) de sensores.

La figura 13 es un diagrama de flujo de un ejemplo de modificación para mostrar que una sesión de recopilación de datos según la figura 9 puede cambiar cuando se usan múltiples pluralidades o matrices de sensores para recopilar datos de presión en el punto de agarre según los principios de la presente invención. Como se describe en relación con la figura 9, una nueva sesión de recogida comienza en la etapa 912 con la puesta a cero de un antiguo perfil de presión promedio en tiempo real.

En la etapa 914A, se recopila una lectura de presión sin procesar cuando un sensor de cualquiera de las pluralidades (24A, 28) o matrices (por ejemplo, 24, 25) entra en una región del punto 12 de agarre. Por consiguiente, se determina a qué pluralidad o conjunto de sensores pertenece ese sensor, un segmento de tiempo (o circunferencial) (es decir, un segmento de seguimiento) asociado con la lectura de presión sin procesar y una posición axial asociada con la lectura de presión sin procesar. La pluralidad o matriz de sensores a la que pertenece un sensor en particular puede denominarse "membresía" de ese sensor; o, en otras palabras, de qué matriz o pluralidad es "miembro" ese sensor.

Cuando el rodillo 102 de detección incluye dos (o más) pluralidades o conjuntos de sensores, entonces el número de segmentos de tiempo (o circunferencial) del rodillo 11 de acoplamiento se determina en función del tiempo transcurrido desde la última señal de activación del rodillo 11 de acoplamiento (como se describió anteriormente). Sin embargo, cuando el rodillo 11A de acoplamiento es en sí mismo un rodillo de detección, entonces el número de segmento temporal (o circunferencial) asociado a cualquier lectura de presión sin procesar recopilada por los sensores 27 del rodillo de acoplamiento o segundo rodillo 11A de detección se determina en función del tiempo transcurrido desde la última señal de activación del primer rodillo 10 de detección. Por lo tanto, cuando hay dos rodillos de detección 10, 11A, sus funciones respectivas oscilan entre ser un rodillo de “detección” y un rodillo de “acoplamiento”. Cuando un sensor 27 del segundo rodillo 11A de detección adquiere una lectura de presión sin procesar, entonces ese rodillo 11A actúa como un rodillo de detección y el primer rodillo 10 de detección se considera realmente como un rodillo de “acoplamiento” cuya superficie se está mapeando. De manera similar, cuando un sensor 26 del primer rodillo 10 de detección adquiere una lectura de presión sin procesar, entonces ese rodillo 11 actúa como rodillo de detección y el otro rodillo 11A de detección se considera realmente como un rodillo de “acoplamiento” cuya superficie se está mapeando. Por lo tanto, incluso si un rodillo se etiqueta explícitamente como rodillo de detección en la descripción anterior, tal como los rodillos 10 y 11A, ese rodillo en particular a veces puede actuar como un rodillo de “detección” y otras veces actuar como un rodillo de “acoplamiento”.

En la etapa 916A, para cada lectura de presión sin procesar generada por un sensor 126A, 30, 26, 27, se determina la matriz de recuentos y la matriz de suma asociadas a la pluralidad (24A, 28) o matriz (24, 25) de sensores de la que forma parte ese sensor y se determina una celda apropiada en cada una de esas matrices en función del número de segmentos temporales (o circunferenciales) y la posición axial asociada al sensor que generó la lectura de presión sin procesar. Estas celdas de las matrices de cuentas y sumas apropiadas se pueden actualizar a continuación.

En la etapa 917A, se determina la matriz de presión promedio almacenada correspondiente a la pluralidad o matriz de sensores del sensor (es decir, la pertenencia del sensor) que recopiló la lectura de presión sin procesar y se selecciona una celda apropiada en función del número de segmentos temporales (o circunferenciales) y la posición axial determinados en la etapa 914A. Como se describió anteriormente, una matriz de presión promedio puede incluir una fila de promedios de columna que se pueden usar para corregir cada valor de celda de la matriz de presión promedio cuando se selecciona en esta etapa.

En la etapa 918A, este valor de presión promedio corregido se puede restar de la lectura de presión sin procesar para calcular un valor de lectura de presión ajustado. Basándose en la posición axial de la lectura de presión sin procesar, el valor de lectura de presión ajustado se puede almacenar, en la etapa 920A, con los otros valores de lectura de presión ajustados para esa posición axial recopilados durante la sesión de recolección actual para calcular un perfil de presión promedio en tiempo real en el momento apropiado. Por lo tanto, cuando se usan múltiples pluralidades o matrices de sensores, los valores de lectura de presión ajustados de las múltiples pluralidades o matrices de sensores en cada posición axial se suman para determinar un valor de presión promedio para cada posición axial al determinar el perfil de presión promedio en tiempo real.

Para el ejemplo que comprende las pluralidades primera y segunda 24A y 28 de los sensores 126A y 30 en un rodillo 102 de detección, cada vez que una lectura de presión sin procesar de uno de un par de sensores 126A y 30, posicionados en un mismo segmento axial del rodillo de detección 30 y espaciados circunferencialmente, se ajusta usando un valor de celda matriz de presión promedio corregido, ese valor de lectura de presión ajustado se suma con todos los demás valores de lectura de presión ajustados para ese segmento axial particular adquiridos anteriormente por ese par de sensores (126A, 30) y durante la recolección actual sesión y también se almacena un recuento del número total de valores de lectura de presión ajustados de ese par de sensores utilizados para construir esa suma. A partir de estos datos almacenados y al final de la sesión de recopilación, se puede construir un valor de presión promedio para cada segmento axial de un perfil de presión promedio en tiempo real para la región de punto de agarre del rodillo 102 de detección y del rodillo 11 de acoplamiento dividiendo la suma de los valores de lectura de presión sin procesar ajustados por el recuento del número total de valores de lectura de presión ajustados.

Para la realización que comprende una primera matriz 24 de sensores 26 en el primer rodillo 10 de detección y una segunda matriz 25 de sensores 27 en el rodillo de acoplamiento o segundo rodillo 11A de detección, cada vez que se ajusta una lectura de presión sin procesar de uno de los sensores 26 del primer rodillo 10 de detección utilizando un valor de celda matriz de presión promedio corregido, ese valor de lectura de presión sin procesar ajustado se suma con todos los demás valores de lectura de presión sin procesar ajustados para ese segmento axial particular en el primer rodillo 10 de detección adquiridos anteriormente. mediante ese sensor 26, así como con todos los demás sin procesar ajustados También se almacenan los valores de lectura de presión para un segmento axial correspondiente o el mismo segmento axial del rodillo 11A de acoplamiento adquiridos anteriormente por un sensor 27 del rodillo 11A de acoplamiento en el segmento axial correspondiente del rodillo 11A de acoplamiento durante la sesión de recogida actual y un recuento del número total de valores de lectura de presión sin procesar ajustados de ese sensor 26 y su sensor 27 correspondiente en el mismo segmento axial del rodillo 11A de acoplamiento utilizado para construir esa suma. Del mismo modo, cada vez que se ajusta una lectura de presión sin procesar de uno de los sensores 27 del segundo rodillo 11A de detección utilizando un valor de celda matriz de presión promedio corregido, ese valor de lectura de presión sin procesar ajustado se suma con todos los demás valores de lectura de presión sin procesar ajustados para ese segmento axial particular del segundo rodillo 11A de detección adquiridos anteriormente por ese

sensor 27, así como con todos los demás valores de lectura de presión sin procesar ajustados para un segmento axial correspondiente o igual en el primer rodillo 10 de detección adquiridos anteriormente. mediante un sensor 26 en el primer rodillo 10 de detección en el segmento axial correspondiente del rodillo 10 de detección durante la sesión de recogida actual. A partir de estos datos almacenados y al final de la sesión de recopilación, se puede construir un valor de presión promedio para cada segmento axial de un perfil de presión promedio en tiempo real para la región de punto de agarre del primer y segundo rodillos de detección 10 y 11A dividiendo la suma de los valores de lectura de presión sin procesar ajustados por el recuento del número total de valores de lectura de presión ajustados. Como alternativa, se puede calcular un perfil de presión en tiempo real independiente para cada una de las matrices de sensores 24, 25. El cálculo de perfiles de presión en tiempo real separados puede permitir la calibración de los sensores que comprenden las matrices 24, 25. La calibración del sensor se puede comprobar y ajustar comparando, para cada segmento axial del perfil de presión, las presiones de dos sensores, uno de cada conjunto 24, 25, que están en el punto de agarre al mismo tiempo. Los valores del sensor se pueden ajustar o calibrar para que cada sensor proporcione la misma lectura. Una vez que las matrices 24, 25 de sensores están calibradas, los perfiles de presión en tiempo real separados se pueden combinar en un único perfil de presión en tiempo real.

El proceso puede continuar entonces con la etapa 922 (véase la figura 9) para determinar si una sesión de recogida se ha completado o no. Cuando se hayan completado todas las sesiones de recopilación de un conjunto de sesiones de recopilación, se puede crear una nueva matriz de presión promedio utilizando las matrices de recuentos y sumas. En una realización con múltiples pluralidades o matrices de sensores, se construye una nueva matriz de presión promedio respectiva correspondiente a cada pluralidad o matriz de sensores y se puede usar en sesiones de recolección posteriores (por ejemplo, al día siguiente). Es decir, se construye una nueva matriz de presión promedio separada para cada pluralidad de sensores o conjunto de sensores.

La descripción anterior del diagrama de flujo de la figura 13 supuso que el rodillo 10 de detección y el rodillo 11A de detección se habían dividido lógicamente en el mismo número de segmentos axiales (por ejemplo, 14) definidos por el número de sensores en el rodillo de detección opuesto. La descripción anterior también supuso que ambos rodillos de detección 10, 11A también se habían segmentado en el mismo número (por ejemplo, 50) de segmentos de seguimiento. Por consiguiente, las matrices asociadas a cada uno de los rodillos de detección eran todas del mismo tamaño (por ejemplo, 7.000 células). Un experto en la técnica reconocerá que cada uno de los rodillos de detección podría tener números respectivos de segmentos axiales y segmentos de seguimiento que son diferentes entre sí. Las etapas de los diagramas de flujo de la figura 9 y la figura 13 permanecerían sustancialmente iguales, pero las matrices correspondientes asociadas a cada rodillo de detección serían de tamaños diferentes.

En el caso de que los dos cilindros tengan el mismo número de segmentos axiales (por ejemplo, 14) pero diferentes números de segmentos de seguimiento, el rodillo de detección que tenga más segmentos de seguimiento aportará, para cada segmento axial, más muestras de datos al perfil de presión en tiempo real calculado en 924; pero las etapas del diagrama de flujo siguen siendo las mismas.

En el caso de que los dos rodillos de detección tengan diferentes números de segmentos axiales, entonces la recopilación de datos y la construcción de varias matrices para cada rodillo de detección siguen siendo las mismas, pero el método de cálculo del perfil de presión en tiempo real utilizando esos datos puede modificarse. Por ejemplo, si todos los sensores de ambos rodillos estuvieran espaciados uniformemente y el rodillo 10 de detección tuviera el doble de sensores que el rodillo 11A de detección, entonces una sección axial del punto de agarre se asociará con dos lecturas de sensores del rodillo de sensores 10 y solo una lectura de sensor del rodillo de sensores 11A. Se pueden usar varias técnicas para combinar estos tres valores de tal modo que proporcione un valor de perfil de presión en tiempo real beneficioso para esa sección axial del punto de agarre. Como principio general, cada sección axial separada del punto de agarre se asociará con uno o más sensores en un rodillo de detección y con uno o más sensores en el otro rodillo de detección. La creación del perfil de punto de agarre de presión promedio en tiempo real se realiza determinando qué sensores están asociados con qué segmento axial del punto de agarre y combinando los valores de esos sensores de una manera estadísticamente apropiada.

Como se mencionó anteriormente, hay formas de sincronizar las mediciones de los sensores distintas de usar el generador de señales 900 (o 900A) para generar las respectivas señales de activación 900. En general, una señal de activación está asociada a que el rodillo 11 de acoplamiento esté en una posición de referencia conocida, de modo que el tiempo transcurrido desde la señal de activación más reciente permita al procesador 903 identificar una posición de rotación actual del rodillo de acoplamiento en relación con esa posición de referencia. También se pueden utilizar técnicas alternativas que permiten al procesador 903 calcular una posición de rotación del rodillo 11 de acoplamiento con respecto a una posición de referencia. Por ejemplo, un generador de pulsos podría generar 1000 pulsos por cada rotación del rodillo 11 de acoplamiento y un contador podría contar los pulsos de tal modo que, una vez que el recuento llegue a 1000, el contador se restablezca para volver a contar desde "1". Al considerar que la posición del rodillo 11 de acoplamiento está en la "posición de referencia" cuando el contador vuelve a empezar, se puede proporcionar al proceso 903 un valor de recuento de pulsos actual cuando se adquiere una señal de sensor y usarlo para determinar una posición de rotación del rodillo 11 de acoplamiento con respecto a la posición de referencia.

Cuando se usa más de un rodillo de detección, existen otras alternativas a que los generadores de señales 900 y 900A proporcionen las respectivas señales de activación 901, 901A al procesador 903 para determinar los segmentos de

tiempo o los segmentos circunferenciales. En particular, la temporización de los datos de sensor de cada uno de los rodillos de detección 10, 11A también podría usarse para un propósito similar. Por ejemplo, la adquisición de lecturas de presión sin procesar de los sensores 27 del rodillo 11A de detección se puede sincronizar con respecto a la rotación del rodillo 10 de detección. Se puede seleccionar uno de los catorce sensores 26 del rodillo 10 de detección para indicar una rotación completa del rodillo 10 de detección, de modo que cada vez que un sensor 26 entre en la región del punto 12 de agarre, se considere que el rodillo 10 de detección ha realizado una rotación y se establece una primera referencia temporal que ocurre periódicamente. En lugar de medir el tiempo transcurrido desde una señal de activación aplicada externamente, se puede utilizar el tiempo transcurrido desde la primera referencia temporal que se produjo más recientemente. Cada vez que un sensor 26 entra en la región del punto 12 de agarre, se puede reiniciar la medición de un periodo de tiempo de tal modo que el tiempo transcurrido en el periodo de tiempo actual sea indicativo de cuál de los segmentos de seguimiento asociados con el rodillo 10 de detección se encuentra actualmente en la región del punto 12 de agarre. Por lo tanto, cuando un sensor 27 del rodillo 11A de detección entra en la región del punto 12 de agarre y adquiere una lectura de presión sin procesar, el periodo de tiempo transcurrido desde que un sensor 26 del rodillo 10 de detección entró por última vez en el punto 12 de agarre puede usarse para identificar un segmento de tiempo o segmento circunferencial apropiado del rodillo 10 de detección para asociarlo con esa lectura de presión sin procesar. Según esta alternativa, las mediciones de presión comunicadas por los transmisores inalámbricos 40, 40A al procesador 903 también pueden incluir información de temporización para permitir que el procesador 903 realice los cálculos apropiados basados en el tiempo.

También se puede usar un enfoque similar para medir también las lecturas de presión sin procesar adquiridas de los sensores 26 de forma sincrónica con respecto a la rotación del rodillo 11A de detección. En este enfoque, se puede seleccionar uno de los catorce sensores 27 del rodillo 11A de detección para indicar una rotación completa del rodillo 11A de detección, de modo que cada vez que un sensor 27 entre en la región del punto 12 de agarre, se considere que el rodillo 11A de detección ha realizado una rotación y se establece una segunda referencia temporal que ocurre periódicamente. En lugar de medir el tiempo transcurrido desde una señal de activación aplicada externamente, el tiempo transcurrido desde la segunda referencia temporal que se produjo más recientemente puede usarse para sincronizar las mediciones de los sensores realizadas por los sensores 26 con respecto al periodo de rotación del rodillo 11A de detección.

Además, se pueden disponer tres o más matrices de sensores en un solo rodillo de detección o se pueden disponer dos o más matrices de sensores en un par de rodillos de detección que forman un punto de agarre. Por lo tanto, un experto en la técnica apreciará que la adquisición de datos de dos matrices de sensores, tal como se describe en la presente memoria, se proporciona meramente a modo de ejemplo y que los datos de más de dos matrices de sensores también se pueden adquirir sin apartarse del alcance de la presente invención. Cada conjunto de sensores tendrá sus propias matrices asociadas, tal como se muestra en las figuras 6-8A; sin embargo, los pasos de los diagramas de flujo de la figura 9 y la figura 13 seguirán siendo sustancialmente los mismos para cada conjunto de sensores independientemente del número y la configuración de los conjuntos de sensores múltiples.

Los diversos ejemplos de disposiciones de rodillos descritos anteriormente incluyen disposiciones de dos rodillos; sin embargo, es posible disponer tres o más rodillos de tal manera que se muevan bandas de material. Por ejemplo, un rodillo de detección podría estar ubicado entre dos rodillos de acoplamiento de tal modo que el rodillo de detección forme dos puntos de agarre separados, uno con cada rodillo de acoplamiento. En tal disposición, un sensor del rodillo de detección girará a través de dos puntos de agarre durante cada rotación del rodillo de detección y se pueden obtener las lecturas de presión respectivas de cada punto de agarre. Por lo tanto, las matrices de las figuras 6 a 8B y un perfil de presión promedio en tiempo real pueden calcularse para cada punto de agarre según los principios descritos anteriormente. Aunque solo esté realmente presente un rodillo de detección, la recopilación y el análisis de datos son equivalentes desde el punto de vista funcional a que dos rodillos de detección y dos rodillos de acoplamiento formen puntos de agarre separados, de modo que el método descrito en el diagrama de flujo de la figura 9 se implementaría por separado para cada rodillo de acoplamiento.

De manera similar, también se podrían disponer tres rodillos de detección de tal modo que un rodillo de detección central forme puntos de agarre separados con dos rodillos de detección exteriores. Las matrices de las figuras 6 a 8B y un perfil de presión promedio en tiempo real se pueden calcular para cada punto de agarre según los principios descritos anteriormente. Aunque solo están realmente presentes tres rodillos de detección, la recopilación y el análisis de datos son funcionalmente equivalentes a que dos pares diferentes de rodillos de detección formen puntos de agarre separados, de modo que el método descrito en los diagramas de flujo de la figura 9 y la figura 13 se implementaría por separado para cada par hipotético de rodillos de detección.

Un experto en la técnica reconocerá fácilmente que hay muchas maneras diferentes de disponer una pluralidad de sensores o conjuntos de sensores en un rodillo de detección. Un ejemplo de una disposición de este tipo, que no entra dentro del alcance de las reivindicaciones, se proporciona en la patente estadounidense número 8.475.347, donde las matrices de sensores están “intercaladas”. En otras palabras, cada sensor de un primer conjunto de sensores está asociado con un segmento axial respectivo de un rodillo de detección, mientras que cada sensor de un segundo conjunto de sensores está asociado con un segmento axial respectivo del rodillo de detección. Sin embargo, en particular, cada una de las ubicaciones axiales respectivas asociadas con un sensor de la primera matriz de sensores está ubicada entre un par de segmentos axiales respectivos asociados con un par de sensores de la segunda matriz,

para crear una “intercalación” de los sensores de las dos matrices de sensores diferentes. Según los principios de la presente descripción, los métodos de ejemplo descritos con respecto a la figura 9 y la figura 13 se pueden utilizar con una disposición de sensores intercalados de este tipo. Si, por ejemplo, lo cual es un ejemplo que no entra dentro del alcance de las reivindicaciones, un primer conjunto de sensores tuviera x sensores y un segundo conjunto de sensores intercalados tuviera y sensores, entonces se podrían construir varios perfiles de presión en el punto de agarre en tiempo real según los principios de la presente descripción. Se podrían generar dos perfiles de punto de agarre separados, por ejemplo, con un perfil de punto de agarre que tuviera x segmentos axiales correspondientes a las lecturas de los sensores de la primera matriz de sensores y un segundo perfil de punto de agarre que tuviera y segmentos axiales correspondientes a los sensores de la segunda matriz de sensores. A continuación, se podría construir un perfil de punto de agarre compuesto que tenga segmentos axiales $(x + y)$ combinando los dos perfiles de punto de agarre separados y presentarlo gráficamente a un operador.

Alternativamente, las dos matrices de sensores podrían tratarse, según los principios de la presente invención, como una única matriz que tiene $(x + y)$ sensores y , por lo tanto, $(x + y)$ segmentos axiales correspondientes. Por consiguiente, se podría construir entonces un único perfil de punto de agarre y presentarlo gráficamente a un operador, que tenga segmentos axiales $(x + y)$.

Aunque se han ilustrado y descrito realizaciones particulares de la presente invención, sería obvio para los expertos en la técnica que pueden realizarse otros cambios y modificaciones sin apartarse del espíritu y alcance de la invención. Por lo tanto, se pretende cubrir en las reivindicaciones adjuntas todos los cambios y modificaciones que están dentro del alcance de esta invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema asociado con un rodillo (102) de detección y un rodillo (11) de acoplamiento para recopilar datos de rodillo del rodillo de acoplamiento, que comprende:

una primera pluralidad de sensores ubicados en ubicaciones separadas axialmente del rodillo (102) de detección, en donde cada sensor de la primera pluralidad entra en una región de un punto de agarre (12) entre el rodillo (102) de detección y el rodillo (11) de acoplamiento durante cada rotación del rodillo (102) de detección para generar una primera señal de sensor respectiva;
una segunda pluralidad de sensores ubicados en ubicaciones espaciadas axialmente del rodillo (102) de detección, en donde cada sensor de la segunda pluralidad entra en la región del punto de agarre (12) durante cada rotación del rodillo (102) de detección para generar una segunda señal de sensor respectiva, en donde cada sensor de la primera pluralidad tiene un sensor correspondiente en la segunda pluralidad que está asociado con una misma ubicación axial respectiva en el rodillo (102) de detección pero está separado circunferencialmente; y
un procesador (903) para recibir una señal de sensor recibida, comprendiendo la señal de sensor recibida una de la primera señal de sensor respectiva y la segunda señal de sensor respectiva y, al recibir la señal de sensor recibida, el procesador (903) funciona para:

determinar uno particular de los sensores de la primera pluralidad o la segunda pluralidad que generó la señal de sensor recibida,
determinar la pertenencia de un sensor en particular en función de qué pluralidad de sensores es un miembro el sensor en particular,
basándose en la posición de rotación del rodillo (11) de acoplamiento con respecto a una posición de referencia, determinar cuál de una pluralidad de segmentos de seguimiento circunferenciales asociados al rodillo (11) de acoplamiento entra en la región del punto de agarre (12) de manera sustancialmente simultánea con el sensor particular que entra en la región del punto de agarre (12), y almacenar la señal del sensor recibida usando el segmento de seguimiento determinado y la pertenencia determinada.

2. El sistema de la reivindicación 1, en donde cada uno de la pluralidad de segmentos de seguimiento tiene un tamaño sustancialmente igual.
3. El sistema de la reivindicación 1, en donde la señal del sensor recibida comprende un valor de presión o un valor de temperatura o en donde la señal del sensor comprende un valor de presión y un valor de temperatura.
4. El sistema de la reivindicación 1, en donde el procesador recibe:

la primera señal de sensor respectiva para cada uno de los sensores de la primera pluralidad durante cada rotación del rodillo (102) de detección,
la segunda señal de sensor respectiva para cada uno de los sensores de la segunda pluralidad durante cada rotación del rodillo (102) de detección, y
una pluralidad de señales de sensor que comprenden una pluralidad de las primeras señales de sensor respectivas y una pluralidad de segundas señales de sensor respectivas que se producen durante una pluralidad de rotaciones del rodillo (102) de detección.

5. El sistema de la reivindicación 4, en donde, para cada una de la pluralidad de señales de sensor, el procesador identifica:

su segmento de seguimiento único determinado,
un segmento axial del rodillo de acoplamiento asociado, y
un sensor específico de la primera o segunda pluralidad de sensores que generaron esta señal particular de la pluralidad de señales de sensor, en donde el procesador (903) determina además la pertenencia del sensor específico en función de cuál de la pluralidad de sensores es un miembro el sensor específico.

6. El sistema de la reivindicación 5, en donde:

el rodillo (11) de acoplamiento comprende n segmentos axiales, que tienen valores de índice respectivos: 1, 2, ..., n ;
el rodillo (11) de acoplamiento tiene asociados m segmentos de seguimiento, que tienen valores de índice respectivos: 1, 2, ..., m , y en donde, para cada una de la primera pluralidad de sensores y la segunda pluralidad de sensores, hay (n veces m) permutaciones únicas que son identificables mediante un conjunto de dos elementos que comprende un valor de índice de segmento axial respectivo y un valor de índice de segmento de seguimiento respectivo.

7. El sistema de la reivindicación 6, en donde,

para la pluralidad de primeras señales de sensor respectivas y para cada una de una primera pluralidad de posibles permutaciones (n veces m), el procesador (903) determina un promedio de toda la pluralidad de primeras señales de sensor respectivas asociadas con un segmento axial y un segmento de seguimiento que coinciden con cada una de la primera pluralidad de permutaciones; y para la pluralidad de segundas señales de sensor respectivas y para cada una de una primera pluralidad de posibles permutaciones (n veces m), el procesador (903) determina un promedio de toda la pluralidad de segundas señales de sensor respectivas asociadas con un segmento axial y un segmento de seguimiento que coinciden con cada una de la segunda pluralidad de permutaciones.

8. El sistema de la reivindicación 6, en donde,

para la pluralidad de primeras señales de sensor respectivas y cada una de una primera pluralidad de posibles permutaciones (n veces m), el procesador (903) determina: varias veces, una o más de la pluralidad de primeras señales de sensor respectivas se asocian con un segmento axial y un segmento de seguimiento que coinciden con la permutación; y una suma de toda la pluralidad de primeras señales de sensor respectivas asociadas con el segmento axial y el segmento de seguimiento que coinciden con esa permutación; y para la pluralidad de segundas señales de sensor respectivas y cada una de una segunda pluralidad de posibles permutaciones (n veces m), el procesador (903) determina:

varias veces, una o más de la pluralidad de segundas señales de sensor respectivas se asocian con un segmento axial y un segmento de seguimiento que coinciden con esa permutación; y una suma de toda la pluralidad de segundas señales de sensor respectivas asociadas con el segmento axial y el segmento de seguimiento que coinciden con esa permutación.

9. El sistema de la reivindicación 5, en donde:

la señal de sensor recibida comprende un valor de presión; el rodillo (11) de acoplamiento comprende n segmentos axiales, que tienen valores de índice respectivos: 1, 2, ..., n ; el rollo de acoplamiento (11) tiene asociados m segmentos de seguimiento, que tienen valores de índice respectivos: 1, 2, ..., m , en donde, para cada uno de la primera pluralidad de sensores, hay (n veces m) permutaciones únicas, respectivamente, que son identificables por un primer conjunto de dos elementos que comprende un valor de índice de segmento axial respectivo y un valor de índice de segmento de seguimiento respectivo y, para cada uno de la segunda pluralidad de sensores, hay (n veces m) permutaciones únicas, respectivamente, que son identificables por un segundo conjunto de dos elementos que comprende un valor de índice de segmento axial respectivo y un rastrear el valor del índice del segmento; y un valor de presión promedio respectivo está asociado con cada una de las permutaciones únicas (n veces m) de cada uno de los conjuntos primero y segundo, en donde cada uno de los valores de presión promedio respectivos se basa en las lecturas de presión recopiladas previamente relacionadas con el punto de agarre (12).

10. El sistema de la reivindicación 9, en donde:

un primer valor promedio de columna respectivo está asociado con cada primer valor de índice de segmento axial establecido, comprendiendo cada primer valor promedio de columna respectivo un promedio de los m valores de presión promedio respectivos, del primer conjunto, asociados con ese primer valor de índice de segmento axial establecido; y un segundo valor promedio de columna respectivo está asociado con cada segundo valor de índice de segmento axial establecido, comprendiendo cada segundo valor promedio de columna respectivo un promedio de los m valores de presión promedio respectivos, del segundo conjunto, asociados con ese segundo valor de índice de segmento axial establecido.

11. El sistema de la reivindicación 10, en donde el procesador funciona para:

para cada una de la pluralidad de señales de sensor recibidas que define una lectura de presión:

determinar un valor de índice de segmento axial particular y un valor de índice de segmento de seguimiento particular, basándose en el segmento axial asociado a esa señal, en su segmento de seguimiento determinado y en si esa señal se genera a partir de la primera pluralidad de sensores o de la segunda pluralidad de sensores;

seleccionar el valor de presión promedio respectivo asociado con el valor de índice de segmento axial particular y el valor de índice de segmento de seguimiento particular;
calcular un valor de presión promedio corregido respectivo restando:

5 uno del primer valor promedio de columna respectivo o el segundo valor promedio de columna respectivo asociado con el valor de índice de segmento axial particular a partir del valor de presión promedio respectivo seleccionado; y
calcular un valor de lectura de presión ajustado respectivo restando el valor de presión promedio corregido respectivo de la señal de sensor recibida.

10 12. El sistema de la reivindicación 11, en donde el procesador funciona para:
calcular un perfil de presión promedio en función de los valores de lectura de presión ajustados respectivos.

15 13. El método de la reivindicación 1, que además comprende:
un generador (903) de señales para generar una señal de activación en cada rotación del rodillo (11) de acoplamiento, en donde el procesador (903) identifica la posición de rotación del rodillo (11) de acoplamiento en relación con la posición de referencia basándose en una señal de activación generada más recientemente.

20 14. El sistema de la reivindicación 1, que comprende:
una tercera pluralidad de sensores ubicados en ubicaciones separadas axialmente del rodillo (102) de detección, en donde cada sensor de la tercera pluralidad entra en una región del punto de agarre (12) entre el rodillo (102) de detección y el rodillo (11) de acoplamiento durante cada rotación del rodillo (102) de detección para generar una tercera señal de sensor respectiva;
25 en donde cada sensor de la tercera pluralidad tiene un sensor correspondiente en al menos uno de la primera pluralidad y la segunda pluralidad que está asociado con una misma ubicación axial respectiva en el rodillo (102) de detección pero está separado circunferencialmente;
y
el procesador (903) para recibir la tercera señal de sensor respectiva y, al recibir la tercera señal de sensor respectiva, el procesador (903) funciona para:

30 determinar uno particular de los sensores de la tercera pluralidad que generó la tercera señal de sensor respectiva,
determinar la pertenencia a un sensor en particular basándose en que el sensor en particular es un miembro de la tercera pluralidad,
35 basándose en la posición de rotación del rodillo (11) de acoplamiento con respecto a la posición de referencia, determinar cuál de la pluralidad de segmentos de seguimiento circunferenciales asociados al rodillo (11) de acoplamiento entra en la región del punto de agarre (12) de manera sustancialmente simultánea con el sensor particular de la tercera pluralidad que entra en la región del punto de agarre (12), y
40 almacenar la tercera señal de sensor respectiva utilizando el segmento de seguimiento determinado y la pertenencia determinada.

45 15. Un método asociado con un rodillo (102) de detección y un rodillo (11) de acoplamiento para recopilar datos de rodillo del rodillo de acoplamiento, que comprende:

50 generar una primera señal de sensor respectiva a partir de cada sensor de una primera pluralidad de sensores ubicados en ubicaciones separadas axialmente del rodillo (102) de detección, en donde cada primera señal de sensor respectiva se genera cuando cada sensor de la primera pluralidad entra en una región de un punto de agarre (12) entre el rodillo (102) de detección y el rodillo (11) de acoplamiento durante cada rotación del rodillo (102) de detección;
generar una segunda señal de sensor respectiva a partir de cada sensor de una segunda pluralidad de sensores ubicados en ubicaciones separadas axialmente del rodillo (102) de detección, en donde cada segunda señal de sensor respectiva se genera cuando cada sensor de la segunda pluralidad entra en la región del punto de agarre (12) entre el rodillo (102) de detección y el rodillo (11) de acoplamiento durante cada rotación del rodillo (102) de detección;
55 en donde cada sensor de la primera pluralidad tiene un sensor correspondiente en la segunda pluralidad que está asociado con una misma ubicación axial respectiva en el rodillo (102) de detección pero está separado circunferencialmente;
60 recibir una señal de sensor recibida, comprendiendo la señal de sensor recibida una de la primera señal de sensor respectiva y la segunda señal de sensor respectiva, y, al recibir la señal de sensor recibida:

65 determinar uno particular de los sensores de la primera pluralidad o la segunda pluralidad que generó la señal de sensor recibida,

- determinar la pertenencia de un sensor en particular en función de cuál de las pluralidades de sensores es un miembro el sensor en particular;
basándose en una posición de rotación del rodillo (11) de acoplamiento con respecto a una posición de referencia, determinar cuál de una pluralidad de segmentos de seguimiento circunferenciales asociados al rodillo (11) de acoplamiento entra en la región del punto de agarre (12) de manera sustancialmente simultánea con la entrada del sensor particular en la región del punto de agarre (12), y
almacenar la señal de sensor recibida utilizando el segmento de seguimiento determinado y la pertenencia determinada.
16. El método de la reivindicación 15, en donde cada uno de la pluralidad de segmentos de seguimiento tiene un tamaño sustancialmente igual.
17. El método de la reivindicación 15, en donde la señal del sensor recibida comprende un valor de presión o un valor de temperatura o en donde la señal del sensor comprende un valor de presión y un valor de temperatura.
18. El método de la reivindicación 16, que además comprende:
- recibir la primera señal de sensor respectiva para cada uno de los sensores de la primera pluralidad durante cada rotación del rodillo (102) de detección;
recibir la segunda señal de sensor respectiva para cada uno de los sensores de la segunda pluralidad durante cada rotación del rodillo (102) de detección, y
recibir una pluralidad de señales de sensor que comprenden una pluralidad de las primeras señales de sensor respectivas y una pluralidad de segundas señales de sensor respectivas que se producen durante una pluralidad de rotaciones del rodillo (102) de detección.
19. El método de la reivindicación 18, que comprende:
identificar, para cada una de la pluralidad de señales de sensor respectivas:
- su segmento de seguimiento único determinado,
un segmento axial asociado, y
un sensor específico de la primera o segunda pluralidad de sensores que generaron esta señal particular de la pluralidad de señales de sensor, en donde la determinación de la pertenencia al sensor específico se basa en cuál de la pluralidad de sensores es un miembro el sensor específico.
20. El método de la reivindicación 15, en donde:
- el rodillo (11) de acoplamiento comprende n segmentos axiales, que tienen valores de índice respectivos: 1, 2, ..., n ;
el rodillo (11) de acoplamiento tiene asociados m segmentos de seguimiento, que tienen valores de índice respectivos: 1, 2, ..., m ; y
en donde, para cada una de la primera pluralidad de sensores y la segunda pluralidad de sensores, hay (n veces m) permutaciones únicas que son identificables mediante un conjunto de dos elementos que comprende un valor de índice de segmento axial respectivo y un valor de índice de segmento de seguimiento respectivo.
21. El método de la reivindicación 20, que comprende:
- calcular, para la pluralidad de primeras señales de sensor respectivas y para cada una de una primera pluralidad de posibles permutaciones (n veces m), un promedio de toda la pluralidad de señales de sensor respectivas con un segmento axial asociado y un segmento de seguimiento determinado que coinciden con esa permutación; y
calcular, para la pluralidad de segundas señales de sensor respectivas y para cada una de una segunda pluralidad de posibles permutaciones (n veces m), un promedio de toda la pluralidad de señales de sensor respectivas con un segmento axial asociado y un segmento de seguimiento determinado que coincide con esa permutación.
22. El método de la reivindicación 20, que comprende:
o la pluralidad de primeras señales de sensor respectivas y cada una de una primera pluralidad de posibles permutaciones (n veces m), calculando:
- varias veces, una o más de la pluralidad de primeras señales de sensor respectivas tienen un segmento axial asociado y un segmento de seguimiento determinado que coincide con esa permutación; y
una suma de toda la pluralidad de primeras señales de sensor respectivas que tienen un segmento axial asociado y un segmento de seguimiento determinado que coincide con esa permutación, y

para la pluralidad de segundas señales de sensor respectivas y cada una de una segunda pluralidad de posibles permutaciones (n veces m), calculando:

5 varias veces, una o más de la pluralidad de segundas señales de sensor respectivas tienen un segmento axial asociado y un segmento de seguimiento determinado que coincide con esa permutación; y
 10 una suma de toda la pluralidad de segundas señales de sensor respectivas que tienen un segmento axial asociado y un segmento de seguimiento determinado que coincide con esa permutación.

23. El método de la reivindicación 19, en donde:

15 la señal de sensor recibida comprende un valor de presión;
 el rodillo (11) de acoplamiento comprende n segmentos axiales, que tienen valores de índice respectivos: 1, 2, ..., n ;
 el rodillo (11) de acoplamiento tiene asociados m segmentos de seguimiento, que tienen valores de índice respectivos: 1, 2, ..., m ,
 20 en donde, para cada uno de la primera pluralidad de sensores, hay (n veces m) permutaciones únicas, respectivamente, que son identificables por un primer conjunto de dos elementos que comprende un valor de índice de segmento axial respectivo y un valor de índice de segmento de seguimiento respectivo y, para cada uno de la segunda pluralidad de sensores, hay (n veces m) permutaciones únicas, respectivamente, que son identificables por un segundo conjunto de dos elementos que comprende un valor de índice de segmento axial respectivo y un valor de índice de
 25 segmento de seguimiento respectivo; y
 un valor de presión promedio respectivo está asociado con cada una de las permutaciones únicas (n veces m) de cada uno de los conjuntos primero y segundo, cada uno de los valores de presión promedio respectivos se basa en las lecturas de presión recopiladas previamente relacionadas con el punto de agarre (12).

24. El método de la reivindicación 23, en donde:

35 un primer valor promedio de columna respectivo está asociado con cada primer valor de índice de segmento axial establecido, comprendiendo cada primer valor promedio de columna respectivo un promedio de los m valores de presión promedio respectivos, del primer conjunto, asociados con ese primer valor de índice de segmento axial establecido; y
 un segundo valor promedio de columna respectivo está asociado con cada segundo valor de índice de segmento axial establecido, comprendiendo cada segundo valor promedio de columna respectivo un promedio de los m valores de presión promedio respectivos, del segundo conjunto, asociados con ese segundo valor de índice de segmento axial establecido.

25. El método de la reivindicación 24, que comprende:
 para cada una de la pluralidad de señales de sensor recibidas que define una lectura de presión:

45 determinar un valor de índice de segmento axial particular y un valor de índice de segmento de seguimiento particular, basándose en el segmento axial asociado a esa señal, en su segmento de seguimiento determinado y en si esa señal se genera a partir de la primera pluralidad de sensores o de la segunda pluralidad de sensores;
 50 seleccionar el valor de presión promedio respectivo asociado con el valor de índice de segmento axial particular y el valor de índice de segmento de seguimiento particular;
 calcular un valor de presión promedio corregido respectivo restando:
 55 uno del primer valor promedio de columna respectivo o el segundo valor promedio de columna respectivo asociado con el valor de índice de segmento axial particular a partir del valor de presión promedio respectivo seleccionado; y
 calcular un valor de lectura de presión ajustado respectivo restando el valor de presión promedio corregido respectivo de la señal de sensor recibida.

26. El método de la reivindicación 25, que comprende:
 60 calcular un perfil de presión promedio en función de los valores de lectura de presión ajustados respectivos.

27. El método de la reivindicación 15, que comprende:

65 generar una señal de activación en cada rotación del rodillo (11) de acoplamiento, en donde la identificación de la posición rotacional del rodillo (11) de acoplamiento con respecto a la posición de referencia se basa en una señal de activación generada más recientemente.

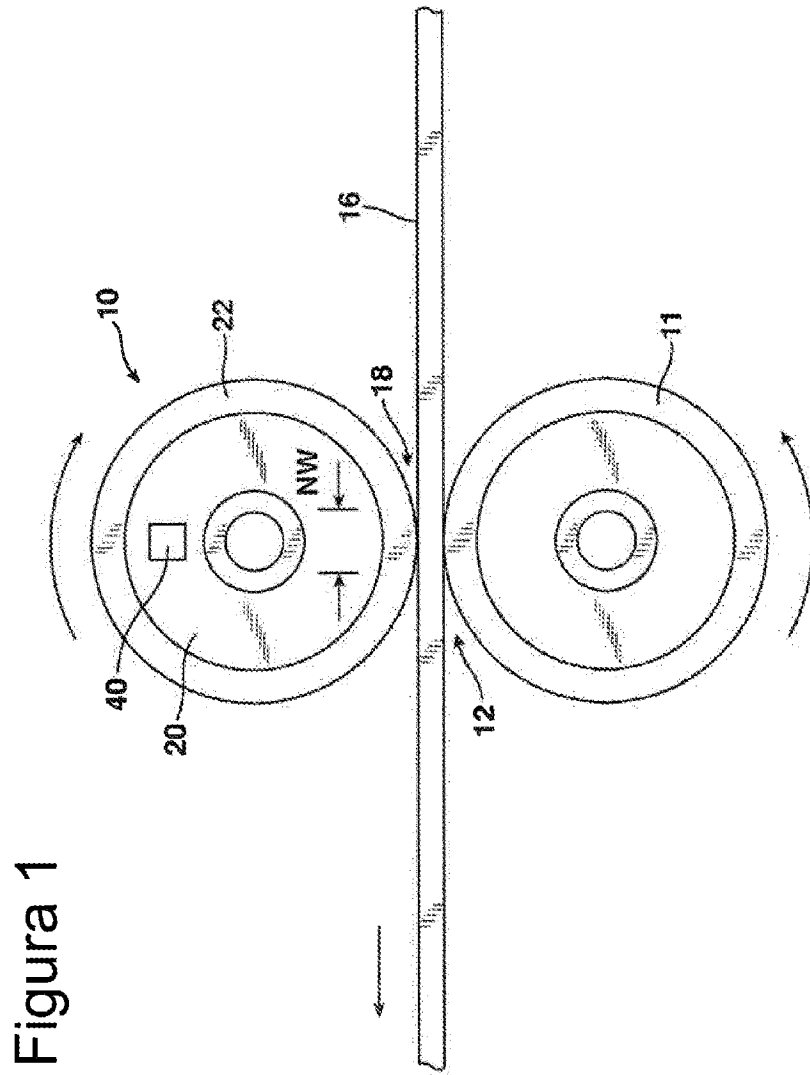


Figure 1

Figura 2

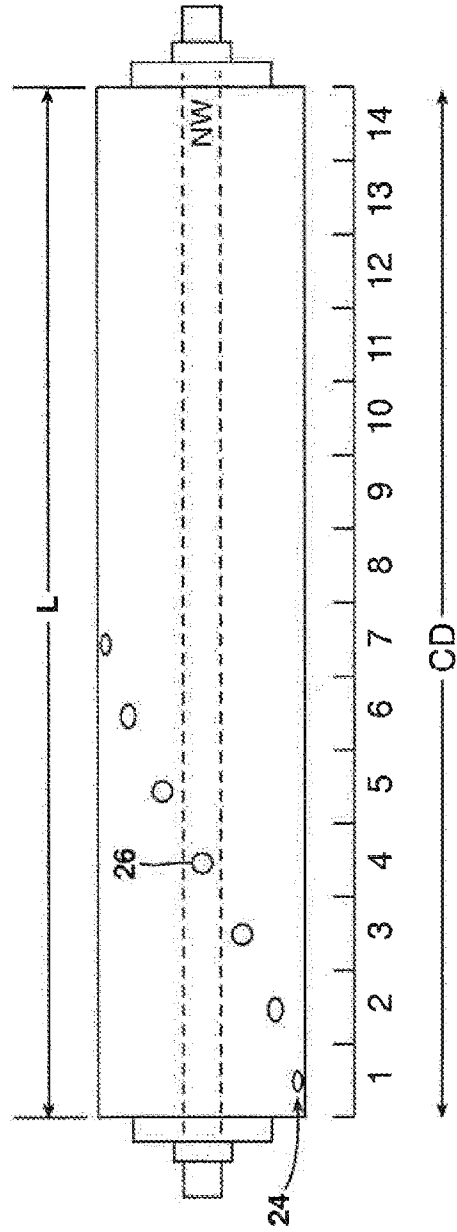


Figura 3C

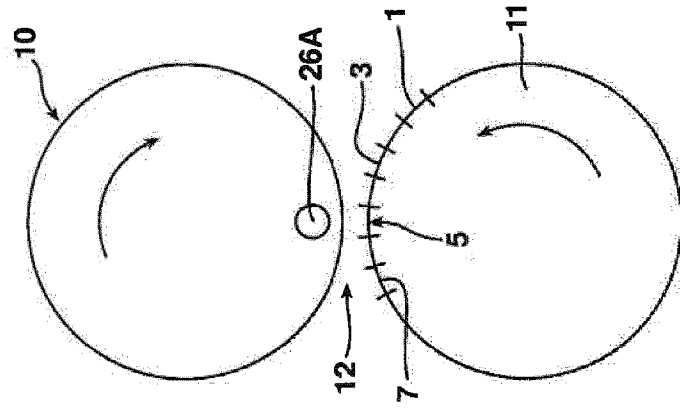


Figura 3B

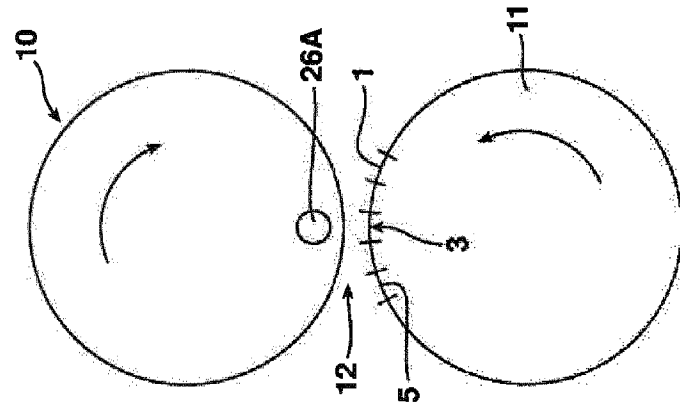


Figura 3A

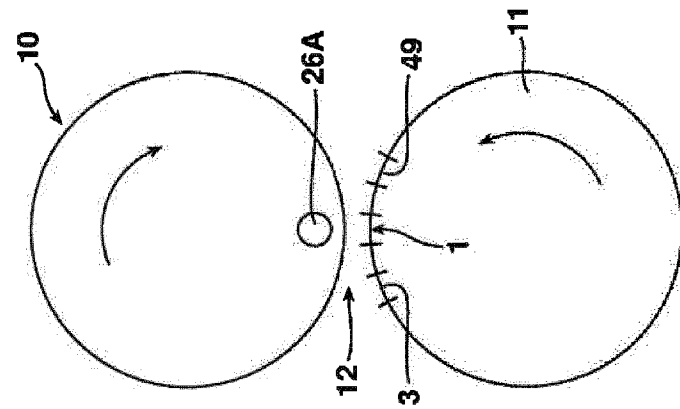


Figura 4A

1000 N.º de revoluciones	1002 N.º de segmento en punto de agarre	1004 N.º de segmento	1006 Número de veces que el segmento se detecta en 500 rotaciones
1	3	1	10
2	5	2	10
3	7	3	10
4	9	4	10
5	11	5	10
6	13	6	10
7	15	7	11
8	18	8	11
9	20	9	10
10	22	10	10
11	24	11	10
12	26	12	10
13	28	13	10
14	30	14	11
A FIG. 4B		15	11
		16	10
		17	10
		18	10
		19	10
		20	10
		21	11
		22	11
		23	9
		24	10
		25	9
		26	10
		27	9
		28	11
		A FIG. 4B	

Figura 4B

<u>1000</u>	<u>1002</u>	<u>1004</u>	<u>1006</u>
N.º de revoluciones	N.º de segmento en línea de contacto	N.º de segmento	Número de veces que el segmento se detecta en 500 rotaciones
15	33		
16	35		
17	37		
18	39		
19	41		
20	43		
21	45		
22	48		
23	50		
24	2		
25	4		
26	6		
27	8		
28	10		
29	13	29	10
30	15	30	10
31	17	31	9
32	19	32	10
33	21	33	9
34	23	34	10
35	25	35	10
36	28	36	11
37	30	37	10
38	32	38	9
39	34	39	10
40	36	40	9
41	38	41	10
42	40	42	9
43	43	43	12
44	45	44	9
45	47	45	10
46	49	46	9
47	1	47	10
48	3	48	9
49	5	49	10
50	8	50	11

Figura 5

Gráfico de distribución

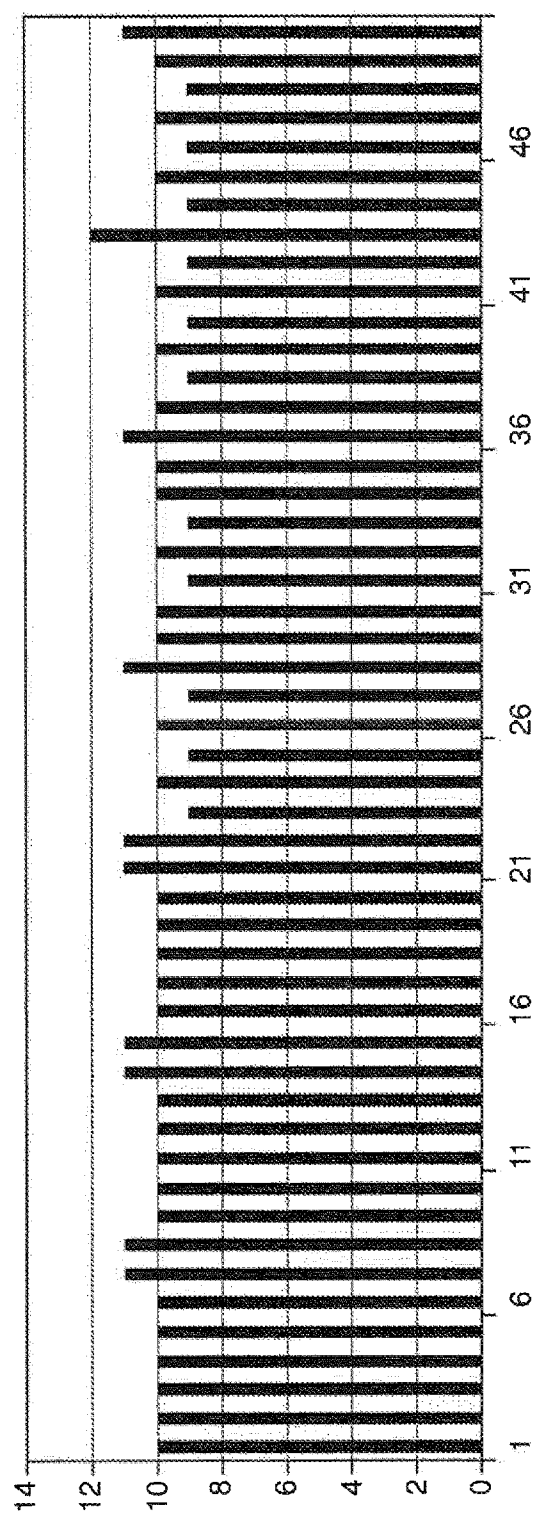


Figura 6

SEGMENTO CIRCUNFERENCIAL	NÚMERO DE SENSOR AXIAL														
		1	2	3	4	...	14								
1															
2															
3															
4															
⋮															
50															

MATRIZ DE RECIENTOS

Figura 7

SEGMENTO CIRCUNFERENCIAL	NÚMERO DE SENSOR AXIAL	1	2	3	4	...	14	200
1								
2								
3								
4								
...								
50								
		SUMA DE MATRIZ DE LECTURAS DE PRESIÓN						

Figura 8A

SEGMENTO CIRCUNFERENCIAL	NÚMERO DE SENSOR AXIAL	1	2	3	4	...	14
1							
2							
3							
4							
...							
50							
PROMEDIO DE COLUMNAS							
							MATRIZ DE PRESIÓN PROMEDIO

300

304

302

Figura 8B

SEGMENTO CIRCUNFERENCIAL	NÚMERO DE SENSOR AXIAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40															
41															
42															
43															
44															
45															
46															
47															
48															
49															
50															

MATRIZ DE CORRECCIÓN

Figura 9

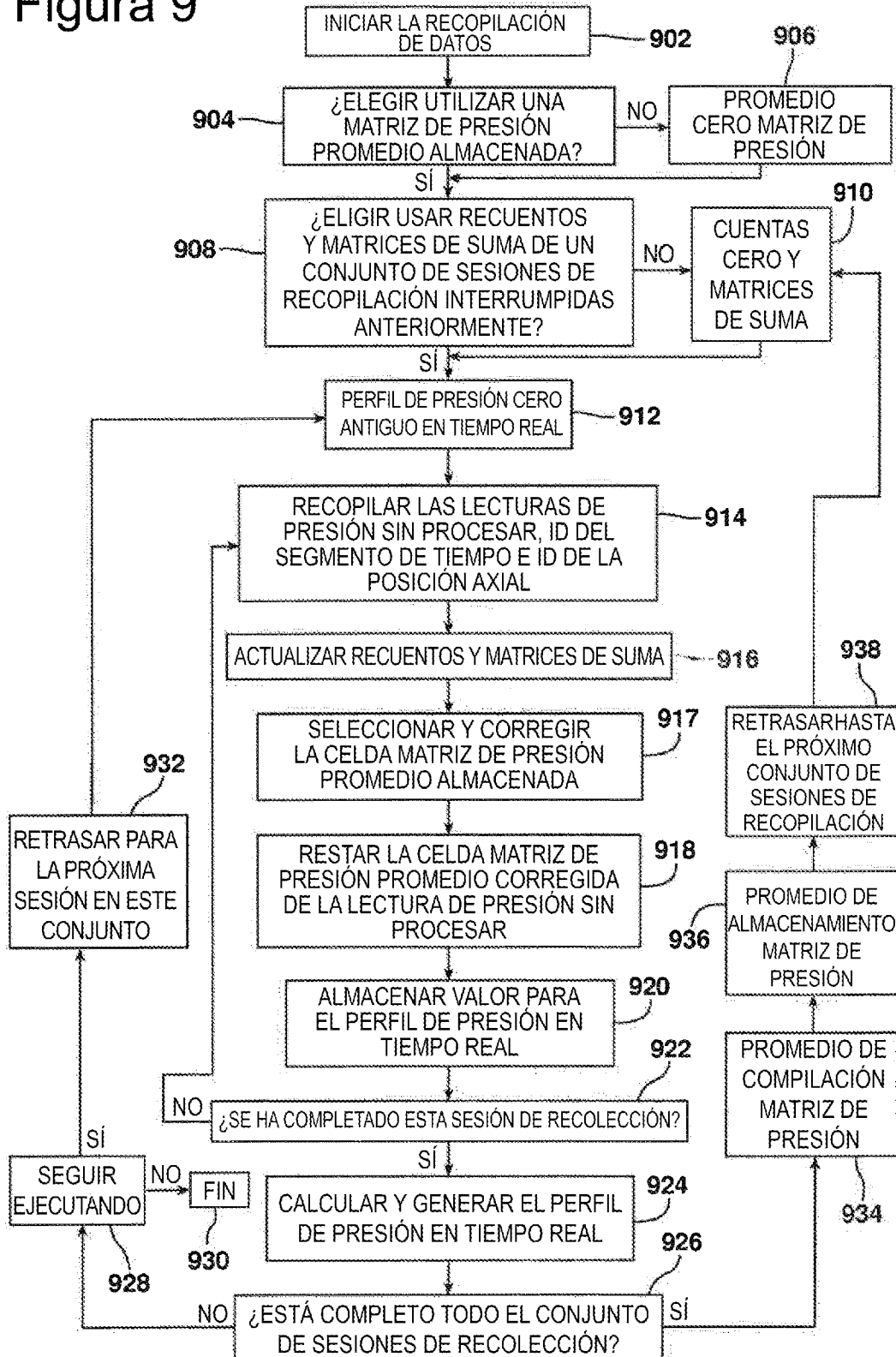


Figura 10

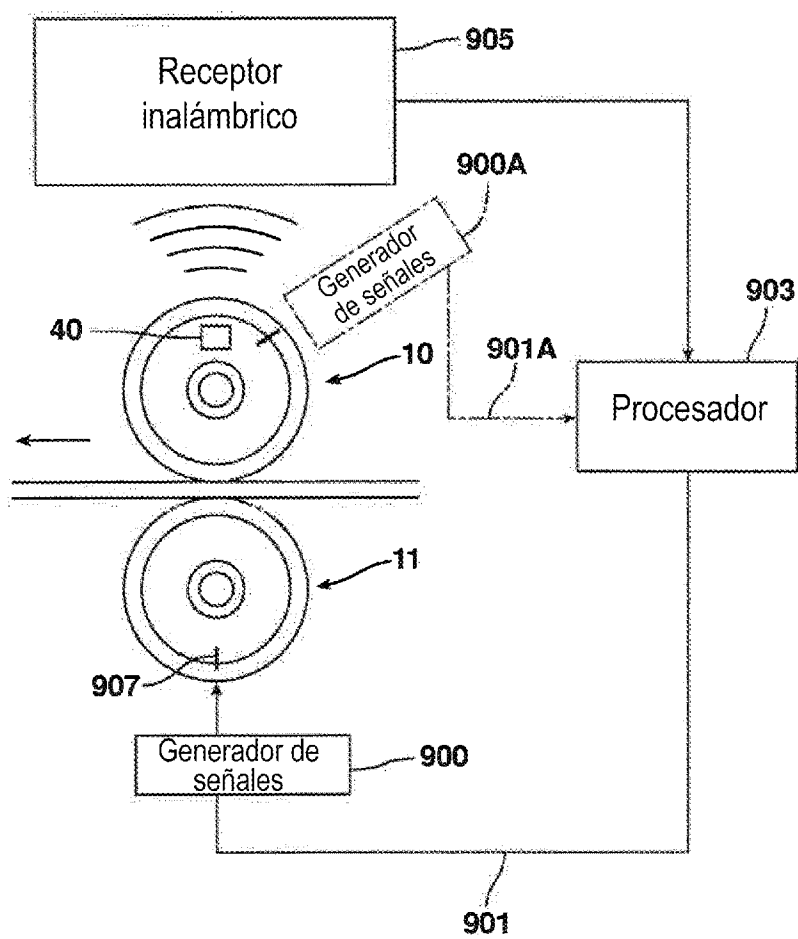


Figura 11

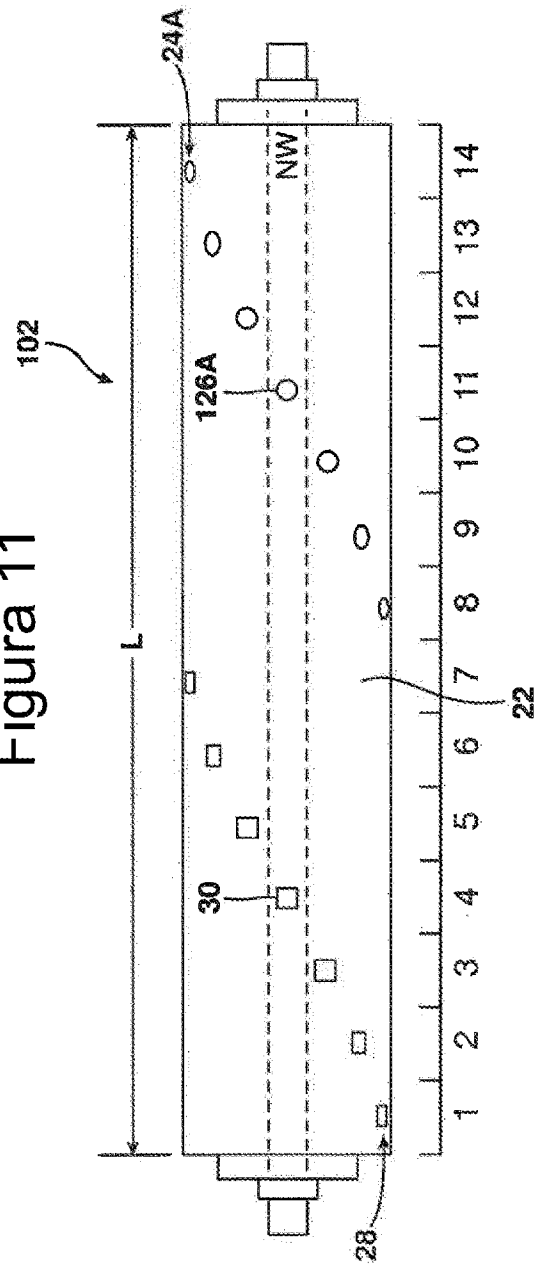


Figura 12

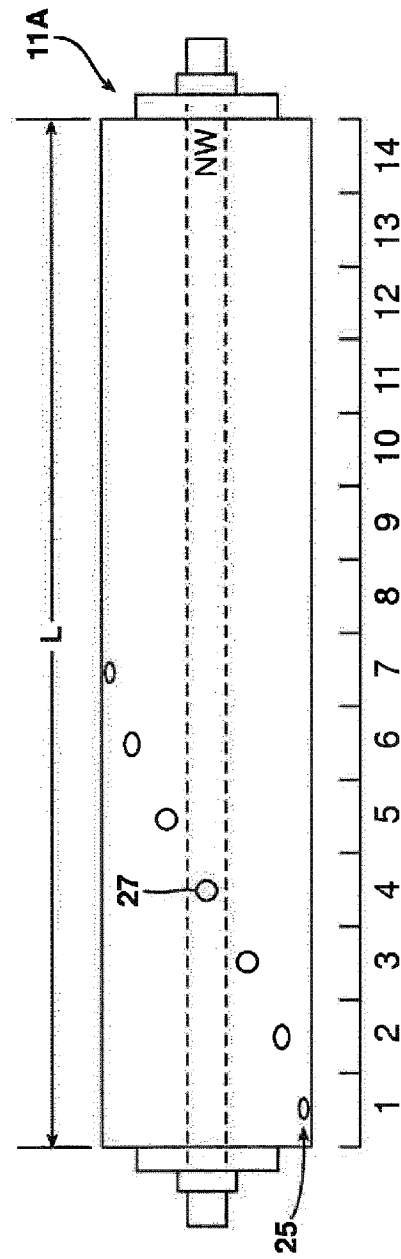


Figura 13

