

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 847**

51 Int. Cl.:

G01L 5/00 (2006.01)

D21F 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2014** **E 21187211 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2024** **EP 3954978**

54 Título: **Método y aparato para medir y eliminar la variabilidad rotacional de un perfil de presión en el punto de agarre de un rodillo recubierto de una prensa con punto de agarre**

30 Prioridad:

11.03.2013 US 201313792859

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

31.10.2024

73 Titular/es:

**INTERNATIONAL PAPER COMPANY (100.0%)
6400 Poplar Avenue
Memphis, TN 38197, US**

72 Inventor/es:

FIGIEL, KERRY D.

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 984 847 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 aparato para medir y eliminar la variabilidad rotacional de un perfil de presión en el punto de agarre de un rodillo recubierto de una prensa con punto de agarre

Antecedentes de la invención

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 un aparato para medir y eliminar los efectos de la variabilidad rotacional del perfil de presión en el punto de agarre de las prensas con punto de agarre que utilizan sensores integrados en los rodillos recubiertos. Si bien las prensas del estado de la técnica que utilizan rodillos con sensores integrados pueden detectar variaciones en la presión a lo largo de la longitud del rodillo, estos mismos sensores integrados pueden no ser capaces de medir y compensar la variabilidad rotacional que puede generarse por la rotación a alta velocidad del rodillo recubierto. La presente invención proporciona un método y un aparato para medir y eliminar la variabilidad rotacional del perfil de presión del punto de agarre del rodillo recubierto con el fin de obtener un perfil más real de la presión del punto de agarre que se está desarrollando en la región del punto de agarre.

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. Las características de los rodillos con punto de agarre son particularmente importantes en la fabricación de papel. 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 hace avanzar a través de los diversos equipos de desgote que eliminan eficazmente la cantidad deseada de líquido de la banda.

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 la malla de alambre, harán que algo de líquido salga por presión de la banda fibrosa. 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 recubiertos. 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 en el calandrador se utilizan para controlar el calibre y otras características de la hoja. En el calandrador se utilizan a veces rodillos recubiertos. Las características de los rodillos son particularmente importantes en la fabricación de papel, ya que la cantidad de presión aplicada a la banda durante la etapa de prensado con punto de agarre puede ser fundamental para lograr características uniformes de la hoja.

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 ser importantes para lograr características uniformes de la hoja. 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. Se han desarrollado rodillos que monitorizan y compensan estas deflexiones. 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.

En consecuencia, las prensas con punto de agarre se desarrollaron a lo largo de los años para permitir al operador medir la presión del punto de agarre mientras se giraban los rodillos. Una prensa con punto de agarre de este tipo se describe en la patente US-4.509.237. Esta prensa con punto de agarre utiliza un rodillo que tiene sensores de posición para determinar una disposición irregular del armazón del rodillo. Las señales de los sensores activan los elementos de soporte o presión que se encuentran debajo del armazón del rodillo para igualar cualquier posición irregular que pueda existir debido a las variaciones de presión. Los elementos de presión comprenden cojinetes de soporte hidrostáticos convencionales que son suministrados por una línea de alimentación de aceite presurizado. El rodillo descrito en la patente US-4.898.012 intenta abordar este problema de manera similar incorporando sensores en el rodillo para determinar el perfil de presión del punto de agarre de una prensa con punto de agarre. Se describe otra prensa con punto de agarre en la patente US-4.729.153. Este rodillo de deflexión controlada tiene además sensores para regular la temperatura de la superficie del rodillo, comúnmente denominados “rodillo sensor”, que envían señales de presión inalámbricas a un receptor de señales remoto. La patente US-5.699.729 de Moschel describe el uso de un sensor helicoidal para detectar la presión ejercida en un rodillo. Los fabricantes y proveedores de equipos para máquinas de papel, como Voith GmbH, Xerium Technologies, Inc. y su filial Stowe, han desarrollado prensas con punto de agarre que utilizan sensores integrados en la cubierta del rodillo sensor. Estas prensas con punto de agarre generalmente utilizan una pluralidad de sensores conectados en una única espiral enrollada alrededor de la cubierta del rodillo en una única revolución para formar un patrón helicoidal. Un sensor individual está diseñado para extenderse en la región del punto de agarre de la prensa con punto de agarre a medida que gira el rodillo sensor. De esta manera, el patrón helicoidal de sensores proporciona una señal de presión diferente a lo largo de la región en dirección transversal de la prensa con punto de agarre para proporcionar al operador información valiosa sobre la distribución de la presión en toda la región del punto de agarre y, por lo tanto, la presión que se está aplicando a la banda en movimiento a medida que pasa a través de la región del punto de agarre.

Otros avances en la tecnología de prensas con punto de agarre incluían el desarrollo de sensores inalámbricos que están integrados en las cubiertas de los rodillos sensores de prensas con punto de agarre, como se describe en las patentes US-7.225.688; US-7.305.894; US-7.392.715; US-7.581.456 y US-7.963.180 de Moore y col. Estas patentes muestran el uso de numerosos sensores integrados en la cubierta del rodillo, comúnmente denominados “rodillo sensor”, que envían señales de presión inalámbricas a un receptor de señales remoto. La patente US-5.699.729 de Moschel describe el uso de un sensor helicoidal para detectar la presión ejercida en un rodillo. Los fabricantes y proveedores de equipos para máquinas de papel, como Voith GmbH, Xerium Technologies, Inc. y su filial Stowe, han desarrollado prensas con punto de agarre que utilizan sensores integrados en la cubierta del rodillo sensor. Estas prensas con punto de agarre generalmente utilizan una pluralidad de sensores conectados en una única espiral enrollada alrededor de la cubierta del rodillo en una única revolución para formar un patrón helicoidal. Un sensor individual está diseñado para extenderse en la región del punto de agarre de la prensa con punto de agarre a medida que gira el rodillo sensor. De esta manera, el patrón helicoidal de sensores proporciona una señal de presión diferente a lo largo de la región en dirección transversal de la prensa con punto de agarre para proporcionar al operador información valiosa sobre la distribución de la presión en toda la región del punto de agarre y, por lo tanto, la presión que se está aplicando a la banda en movimiento a medida que pasa a través de la región del 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.

Si bien una única línea de sensores en el rodillo sensor puede proporcionar una representación bastante buena de la variabilidad en dirección transversal de la presión en el punto de agarre, puede que estos mismos sensores no tengan en cuenta adecuadamente la variabilidad de la presión en toda la región del punto de agarre causada por la rotación a alta velocidad del rodillo sensor. La dinámica de un cilindro/rodillo que gira a una velocidad angular alta (altas RPM) puede provocar ligeros cambios en la presión producida por el cilindro/rodillo que no son necesariamente detectables cuando el cilindro/rodillo está en reposo o gira a baja velocidad. Estos cambios dinámicos podrían ser el resultado de fuerzas centrífugas que actúan sobre el cilindro/rodillo, la flexión del rodillo, el equilibrio del rodillo, el montaje del eje excéntrico o los rodillos que no sean redondos y podrían estar influenciados por factores medioambientales. El comportamiento dinámico de un típico cilindro/rodillo giratorio a alta velocidad se caracteriza frecuentemente por el desarrollo de un desequilibrio y una variación de la rigidez a la flexión. Estas variaciones a lo largo del cilindro/rodillo se denominan frecuentemente variabilidad rotacional. El desequilibrio se puede observar como un componente de vibración a ciertas frecuencias de rotación y también puede provocar una flexión no deseada del cilindro/rodillo flexible en función de la velocidad de rotación. Dado que las longitudes de los rodillos sensores utilizados en la fabricación de papel pueden ser bastante largas, el desequilibrio en los rodillos giratorios puede plantear un grave problema para el fabricante de papel, dado que el equipo de control puede crear y mostrar un perfil de presión en el punto de agarre menos uniforme. Cualquier flexión no deseada del rodillo sensor puede, por supuesto, cambiar la cantidad de presión que se está ejerciendo sobre la banda a medida que se desplaza a través del rodillo de presión. De nuevo, como incluso la presión en el punto de agarre es muy deseable durante la fabricación de papel, sería muy beneficioso mostrar correctamente el perfil de presión en el punto de agarre dado que cualquier corrección que hacer en el rodillo giratorio basándose en un perfil de presión en el punto de agarre inexacto podría sin duda agravar el problema. Es posible que un único sensor ubicado en una posición individual en dirección transversal en el rodillo sensor no pueda compensar el efecto de la variabilidad rotacional en la posición de ese sensor y puede proporcionar lecturas de presión poco precisas. Hay tres mediciones de variabilidad principales. El verdadero 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. Cada sensor de una sola línea de sensores puede tener alguna variabilidad asociada que puede calcularse a medida que los datos se recopilan a alta velocidad. Este perfil de variabilidad particular representa la variabilidad de las mediciones a alta velocidad en cada posición de la línea única de sensores. Esta variabilidad contiene la variabilidad de otro equipo en el proceso de fabricación de papel que incluye la variabilidad rotacional del rodillo con punto de agarre con respecto al rodillo sensor. El tercer perfil de variabilidad es la variabilidad del perfil del punto de agarre de múltiples sensores en cada posición en dirección transversal del rodillo. Esta variabilidad representa la “variabilidad rotacional” del rodillo sensor a medida que gira a través de su pluralidad de posiciones o posiciones de detección.

Uno de los problemas de la variabilidad rotacional es la creación de “puntos altos” y “puntos bajos” en varias ubicaciones a lo largo del rodillo sensor. Un único sensor ubicado en una posición en dirección transversal donde se encuentre un punto alto o un punto bajo podría proporcionar al equipo de procesamiento una lectura de presión inexacta que se está desarrollando en esa ubicación. Esto se debe al hecho de que la presión total que se desarrolla en la ubicación del sensor a medida que el rodillo gira completamente durante una revolución completa será inferior a la lectura medida en el “punto alto”. En consecuencia, un perfil de presión en el punto de agarre que se base en la lectura de un sensor ubicado en un punto alto o bajo no será indicativo de la presión media que se está desarrollando en esa ubicación. El equipo de procesamiento, basándose en esta única lectura inexacta, calculará y mostrará un perfil de presión en el punto de agarre que es al menos parcialmente inexacto. Si un número de sensores individuales están ubicados en numerosos puntos altos o bajos, entonces el equipo de procesamiento mostrará un perfil de presión en el punto de agarre que tiene numerosas imprecisiones. Es posible que el operador de la maquinaria de fabricación de papel ni siquiera se dé cuenta de que el sistema de procesamiento muestra un perfil de presión en el punto de agarre inexacto. Además, los intentos de corregir el rodillo sensor basándose en un perfil de presión en el punto de agarre inexacto podrían conducir a imprecisiones aún mayores.

Por lo tanto, sería beneficioso que el fabricante pudiera detectar y medir cualquier variabilidad rotacional a lo largo de la longitud del rodillo recubierto de una prensa con punto de agarre y compensarla cuando se esté calculando y mostrando un perfil de presión en el punto de agarre en tiempo real. La presente invención proporciona una mejor medición del verdadero perfil de presión en el punto de agarre y también es capaz de proporcionar una variabilidad rotacional del perfil del punto de agarre no medida anteriormente (variabilidad rotacional). Además, ciertas disposiciones de los elementos sensores proporcionarán información sobre el desgaste de la cubierta. La compensación de cualquier variabilidad rotacional debería producir un perfil de presión en el punto de agarre que sea una representación más precisa de la presión que se está desarrollando a lo largo de la región del punto de agarre de la prensa. Las presentes invenciones satisfacen estas y otras necesidades.

Resumen de la invención

La presente invención proporciona un método para detectar, medir y eliminar con precisión, al menos parcialmente, cualquier efecto de la variabilidad rotacional de un rodillo recubierto (también denominado “rodillo sensor”) utilizado en prensas con punto de agarre, tal como se define en la reivindicación 1.

La presente invención compensa este efecto al permitir calcular y mostrar una visualización más precisa del perfil de presión en el punto de agarre. Por lo tanto, la presente invención proporciona al operador de la máquina una representación más precisa de la distribución real de la presión en la prensa con punto de agarre. La presente invención podría usarse en colaboración con instrumentos de corrección que puedan eliminar o compensar la variabilidad de la presión en ubicaciones en todo el rodillo sensor de la prensa. Los datos obtenidos de la disposición de sensores a lo largo del rodillo sensor permiten el cálculo y la visualización de un perfil de variabilidad rotacional que puede proporcionar al operador información adicional en tiempo real sobre la dinámica de las lecturas de presión para obtener un perfil de presión en el punto de agarre más preciso. La presente invención puede compensar la variabilidad rotacional en el mecanismo sensor calculando, por ejemplo, un valor de presión medio en cada posición en dirección transversal (Cross-Directional - “CD”) a lo largo del rodillo sensor. La presente invención también podría calcular y obtener un perfil de presión en el punto de agarre más preciso utilizando otros modelos, tal como el ajuste de curvas.

La presente invención usa múltiples sensores separados circunferencialmente en varias posiciones en dirección transversal a lo largo del rodillo sensor para cancelar los efectos de la variabilidad rotacional que puede o no estar actuando sobre el rodillo sensor. Estos sensores colocados estratégicamente están diseñados para medir la presión que se está ejerciendo contra la banda que se hace avanzar a través de la prensa con punto de agarre. Trabajos anteriores han demostrado que la variabilidad rotacional del rodillo se produce principalmente a 1 vez la frecuencia de rotación del rodillo y, ocasionalmente, a 2 veces la frecuencia de rotación, principalmente cerca de los bordes del rodillo. Rara vez se ven frecuencias más altas y normalmente solo en los bordes de los extremos del rodillo. Además, los ciclos en cada posición en dirección transversal pueden estar en una fase en la que los máximos y los mínimos se produzcan simultáneamente por todo el ancho del rodillo (lo que se conoce como “vibración autoexcitada”) o la fase de los máximos y mínimos puede variar a lo largo del rodillo a medida que gira. El análisis de estos patrones de variabilidad ha demostrado que el promedio de las mediciones de dos sensores separados 180° circunferencialmente en una posición en dirección transversal de un rodillo recubierto debería proporcionar una buena medición de la presión real que se está desarrollando y cancelaría, o al menos cancelaría parcialmente, cualquier variabilidad rotacional de 1 vez la frecuencia de rotación que pudiera desarrollarse en esta posición. De manera similar, el promedio de las mediciones de tres sensores separados 120° o cuatro sensores separados 90° circunferencialmente en una posición

en dirección transversal de un rodillo recubierto debería proporcionar una buena medición de la presión real que se está desarrollando y cancelaría, o al menos cancelaría parcialmente, cualquier variabilidad rotacional de 2 veces la frecuencia de rotación que pudiera desarrollarse en esta posición. Es posible el posicionamiento alternante de múltiples sensores para eliminar el efecto de rotación. De esta manera, debería poder obtenerse una medición más real de la distribución de la presión en la región del punto de agarre. La información sobre la vibración autoexcitada de frecuencia más alta, que es indicativa del desgaste de la cubierta y que se ha observado en grupos de rodillos calandrades, se puede obtener separando los elementos sensores en diferentes posiciones de rotación. La diferencia entre los elementos sensores individuales y el promedio del grupo de elementos sensores en la misma progresión en la dirección transversal proporciona una medida de la redondez del rodillo y la forma de la cubierta. La progresión de esta diferencia a medida que la cubierta envejece es un indicador del desgaste de la cubierta.

La presente invención proporciona ventajas con respecto a los rodillos y sistemas sensores que utilizan un único sensor asignado para medir la presión en una posición particular en dirección transversal. Los rodillos sensores que solo utilizan un único sensor dispuesto en una posición en dirección transversal en un rodillo carecen de la capacidad de tomar mediciones secundarias en la misma posición en dirección transversal para la comparación para determinar si hay algún desequilibrio en esa posición particular en dirección transversal. Como resultado, un rodillo sensor de este tipo puede proporcionar lecturas inexactas para calcular y mostrar el perfil del punto de agarre. Si el único sensor se coloca en una posición en la que hay un punto alto o bajo, causado por un desequilibrio rotacional, la lectura de presión de ese sensor no será del todo precisa y su lectura conduciría al cálculo de un perfil de presión en el punto de agarre inexacto. De forma adicional, el uso de sensores individuales en cada posición en CD no puede generar los datos necesarios para permitir el cálculo y la visualización de un perfil de variabilidad rotacional que podría proporcionar al operador información adicional en tiempo real para obtener un perfil de presión en el punto de agarre más preciso. La presente invención permite el cálculo y la visualización de un perfil de variabilidad rotacional de este tipo, junto con el perfil de presión en el punto de agarre.

En un aspecto, el rodillo sensor para su uso en una prensa con punto de agarre incluye sensores colocados estratégicamente que incluyen un primer conjunto de sensores dispuestos en una configuración particular a lo largo de una cubierta de rodillo que cubre un elemento cilíndrico. Cada sensor de este primer conjunto está ubicado en una posición lateral particular (posición en dirección transversal) en la cubierta del rodillo. El rodillo sensor incluye además conjuntos adicionales de sensores que también están dispuestos en una configuración particular en la cubierta del rodillo y, de la misma manera, cada sensor del segundo conjunto está dispuesto en una posición particular en dirección transversal. Cada sensor del primer conjunto de sensores tiene un sensor correspondiente en los conjuntos adicionales para definir el grupo en CD de sensores que se utilizan para tomar las lecturas de presión en una posición particular en dirección transversal. De nuevo, cada sensor en la posición en dirección transversal está separado circunferencialmente del otro. Se pueden colocar estratégicamente múltiples sensores correspondientes en diferentes posiciones en dirección transversal a lo largo de la longitud del rodillo sensor, desarrollándose cada par de sensores diseñados para medir la presión en esa posición en dirección transversal. Cada sensor medirá la presión a medida que entra en la región del punto de agarre de la prensa. En teoría, cada uno de los sensores correspondientes de un grupo en CD debería medir la misma presión en la posición particular en dirección transversal si el rodillo sensor está realmente equilibrado. Si las mediciones de presión para los dos sensores correspondientes son significativamente diferentes, entonces las mediciones indicarían alguna variabilidad que podría estar causada por la dinámica del rodillo sensor giratorio. La presente invención permite que el rodillo sensor tome múltiples mediciones de presión, no solo una, en cada posición en dirección transversal durante cada revolución de 360° del rodillo sensor. Estas múltiples mediciones se utilizan para obtener un perfil de presión en el punto de agarre y un perfil de variabilidad rotacional más precisos. En un aspecto de la invención, las lecturas en cada sensor se pueden promediar para determinar una medición de presión media en esa posición particular en dirección transversal. Esta medición promediada se puede usar luego para calcular y mostrar el perfil de presión en el punto de agarre. Las mismas lecturas se pueden usar para calcular y mostrar el perfil de variabilidad rotacional de la prensa con punto de agarre operativa. La variabilidad de las lecturas en cada posición se monitorizará y mostrará para determinar si la variabilidad rotacional del rodillo es estable o está aumentando. Hay muchas medidas posibles de esta variabilidad, incluidos la varianza, la desviación estándar, 2 sigma, el porcentaje de proceso, la covarianza y de pico a pico. El aumento de la variabilidad con cualquier medida puede ser indicativo de un posible fallo en los cojinetes o en la cubierta del rodillo u otros problemas del rodillo.

En otro aspecto, se disponen múltiples conjuntos de sensores para crear un patrón particular de sensores alineados. Por ejemplo, el patrón podría ser una configuración helicoidal continua que se extienda alrededor del rodillo sensor en una revolución formando una hélice alrededor del rodillo sensor. Los sensores de varios conjuntos se pueden alinear en varios patrones diferentes a lo largo de la longitud del rodillo sensor para desarrollar un buen perfil de presión en el punto de agarre representativo. En otro aspecto, la línea continua de sensores puede extenderse solo parcialmente alrededor del rodillo sensor, por ejemplo, en media (1/2) revolución. Un segundo conjunto de sensores también se extendería alrededor del rodillo sensor en media (1/2) revolución. De esta manera, solo se forma una hélice parcial alrededor del rodillo sensor. Esta disposición de sensores aún permite asignar un par de sensores a una posición particular en CD. Estos conjuntos de sensores estarían separados 180° circunferencialmente entre sí. De manera similar, se pueden enrollar tres hélices a 120° cada una, cuatro a 90° cada una o n hélices a 360°/n cada una. La ventaja particular de esta disposición de sensores es la detección de barras de longitud de onda corta que pueden estar asociadas al desgaste de la cubierta, ya que cada elemento sensor se encuentra en una posición de rotación diferente.

En otro aspecto, un sistema para calcular y mostrar un perfil de presión en el punto de agarre y un perfil de variabilidad rotacional para una prensa con punto de agarre incluye un rodillo sensor configurado con un segundo rodillo en una disposición de punto de agarre, el rodillo sensor y el segundo rodillo adaptados para presionar de forma giratoria la materia entre los mismos en una región del punto de agarre. El rodillo sensor tiene una pluralidad de posiciones en dirección transversal definidas a lo largo de su longitud. El rodillo sensor incluye un primer conjunto de sensores de medición de presión y conjuntos adicionales de sensores de medición de presión, estando cada sensor de la pluralidad de conjuntos de sensores dispuesto en una posición particular en dirección transversal a lo largo del rodillo sensor. Cada sensor está configurado para detectar y medir la presión cuando el sensor entra en la región del punto de agarre de la prensa con punto de agarre. De nuevo, cada sensor del primer conjunto tiene sensores correspondientes en los conjuntos adicionales que están ubicados en la misma posición en dirección transversal, pero están separados circunferencialmente en el rodillo sensor para proporcionar múltiples lecturas de presión en cada posición en dirección transversal. La pluralidad de lecturas se puede usar para calcular y formular el perfil de presión en el punto de agarre y el perfil de variabilidad rotacional de la prensa. En un aspecto, se puede calcular una lectura de presión media en cada ubicación para obtener un perfil de presión en el punto de agarre más preciso.

Se puede acoplar un transceptor al rodillo sensor y a cada uno de los sensores de los múltiples conjuntos para transmitir señales de datos desde los sensores a una unidad receptora. Se puede acoplar al rodillo sensor una unidad de procesamiento para calcular la distribución de presión en el punto de agarre basándose en las mediciones de presión de cada grupo en CD de sensores correspondientes del primer conjunto de sensores y de los conjuntos adicionales de sensores. También se podría acoplar una unidad de visualización a la unidad de procesamiento para proporcionar una visualización del perfil de presión en el punto de agarre y el perfil de variabilidad rotacional.

Un método para detectar y eliminar los efectos de la variabilidad rotacional del perfil de presión en el punto de agarre de un rodillo sensor de una prensa con punto de agarre incluye proporcionar un rodillo sensor que tenga una longitud de trabajo y varias posiciones en dirección transversal dispuestas a lo largo de la longitud de trabajo. Se colocan múltiples sensores de medición de presión en cada una de las posiciones en dirección transversal, estando los sensores de cada posición en dirección transversal separados circunferencialmente entre sí. La presión que se está ejerciendo sobre cada sensor de cada grupo en CD a medida que el sensor se mueve hacia la región del punto de agarre de la prensa con punto de agarre se mide entonces calculando las mediciones de presión de cada sensor en esa posición en dirección transversal para obtener una medición de presión media en la posición en dirección transversal respectiva. Las mediciones de presión obtenidas calculadas en cada posición en dirección transversal se pueden utilizar a continuación para crear un perfil de presión en el punto de agarre para la prensa con punto de agarre.

En otro aspecto más, un método para medir y eliminar los efectos de la variabilidad rotacional del perfil de presión en el punto de agarre de un rodillo sensor de una prensa con punto de agarre incluye medir la presión ejercida sobre un primer sensor dispuesto en una posición particular en dirección transversal en el rodillo sensor de la prensa con punto de agarre cuando el primer sensor entra en la región del punto de agarre de la prensa con punto de agarre. La presión ejercida sobre los sensores adicionales también se mide cuando el segundo sensor entra en la región del punto de agarre de la prensa. Los sensores adicionales están ubicados en la misma posición en dirección transversal que el primer sensor, pero separados circunferencialmente del primer sensor. Las mediciones de presión de los múltiples sensores se utilizan para calcular y mostrar el perfil de presión en el punto de agarre y el perfil de variabilidad rotacional. Se podrían colocar múltiples pluralidades de sensores en varias posiciones en dirección transversal a lo largo del rodillo sensor para medir presiones en múltiples ubicaciones desplazadas para cada posición en dirección transversal. Las mediciones de presión de los múltiples sensores para cada posición en dirección transversal se promedian y se utilizan para calcular y mostrar el perfil de presión en el punto de agarre que se desarrolla en la región del punto de agarre. El método puede incluir proporcionar procedimientos correctivos al rodillo sensor para ajustar los puntos de alta o baja presión a lo largo del perfil de presión en el punto de agarre.

Estas y otras ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas que, tomadas junto con los dibujos, ilustran a modo de ejemplo los principios de la invención.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es una vista en perspectiva que muestra una prensa con punto de agarre que utiliza una realización particular de un rodillo sensor o recubierto fabricado según la presente invención.

La Figura 2 es una vista esquemática desde un extremo de la prensa con punto de agarre de la Figura 1 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 3A es una vista lateral en alzado de una realización particular de un rodillo sensor fabricado según la presente invención que muestra la colocación de dos conjuntos de sensores a lo largo de la longitud del rodillo.

La Figura 3B es una vista desde un extremo del rodillo sensor de la Figura 3A que muestra la colocación del primer y segundo conjunto de sensores con una separación de unos 180° circunferencialmente en el rodillo sensor.

La Figura 4 es una vista lateral en alzado que muestra la colocación de las dos líneas de sensores a lo largo de la longitud del rodillo sensor con los sensores dispuestos dentro de la región del punto de agarre que está designada por un par de líneas de puntos.

5 La Figura 5 es una vista lateral en alzado que muestra la colocación de las dos líneas de sensores a lo largo de la longitud del rodillo sensor después de que el rodillo sensor haya girado 180° desde su posición inicial mostrada en la Figura 4.

La Figura 6A es una vista lateral de una realización particular de un rodillo sensor fabricado según la presente invención que muestra la colocación de tres conjuntos de sensores a lo largo de la longitud del rodillo.

10 La Figura 6B es una vista desde un extremo del rodillo sensor de la Figura 6A que muestra la colocación del primer, segundo y tercer conjuntos de sensores con una separación de unos 120° circunferencialmente en el rodillo sensor.

15 La Figura 7A es una vista lateral de una realización particular de un rodillo sensor fabricado según la presente invención que muestra la colocación de cuatro conjuntos de sensores a lo largo de la longitud del rodillo.

La Figura 7B es una vista desde un extremo del rodillo sensor de la Figura 7A que muestra la colocación del primer, segundo, tercer y cuarto conjunto de sensores con una separación de unos 90° circunferencialmente en el rodillo sensor.

20 La Figura 8A es una vista lateral de una realización particular de un rodillo sensor fabricado según la presente invención que muestra la colocación de dos conjuntos de sensores enrollados 180° circunferencialmente a lo largo de la longitud del rodillo.

25 La Figura 8B es una vista desde un extremo del rodillo sensor de la Figura 8A que muestra la colocación del primer y segundo conjunto de sensores con una separación de unos 180° circunferencialmente en el rodillo sensor.

La Figura 9A es una vista lateral de una realización particular de un rodillo sensor fabricado según la presente invención que muestra la colocación de tres conjuntos de sensores enrollados 120° circunferencialmente a lo largo de la longitud del rodillo.

30 La Figura 9B es una vista desde un extremo del rodillo sensor de la Figura 9A que muestra la colocación de los conjuntos de sensores con una separación de unos 120° circunferencialmente en el rodillo sensor.

La Figura 10A es una vista lateral de una realización particular de un rodillo sensor fabricado según la presente invención que muestra la colocación de cuatro conjuntos de sensores enrollados 90° circunferencialmente a lo largo de la longitud del rodillo.

35 La Figura 10B es una vista desde un extremo del rodillo sensor de la Figura 10A que muestra la colocación de los conjuntos de sensores con una separación de unos 90° circunferencialmente en el rodillo sensor.

40 La Figura 11 es un dibujo esquemático que muestra la arquitectura básica de un sistema de monitorización y una línea de procesamiento de papel particulares que podrían implementar el rodillo sensor de la presente invención.

La Figura 12 es una visualización gráfica que muestra un gráfico del error normalizado frente a la posición del perfil para un único conjunto de sensores y dos conjuntos de sensores mostrando un patrón helicoidal de variabilidad en fase durante un ciclo.

45 La Figura 13 es una visualización gráfica que muestra un gráfico del error normalizado frente a la posición del perfil para un único conjunto de sensores y dos conjuntos de sensores (180°) mostrando un patrón helicoidal de variabilidad fuera de fase durante un ciclo.

50 La Figura 14 es una visualización gráfica que muestra un gráfico del error normalizado frente a la posición del perfil para un único conjunto de sensores, dos conjuntos de sensores (180°) y tres conjuntos de sensores (120°) mostrando un patrón helicoidal de variabilidad fuera de fase en un ciclo/centro de rotación y 2 ciclos/bordes de rotación.

55 La Figura 15 es una visualización gráfica que muestra una comparación de la presión en el punto de agarre frente a la posición del perfil para 3 conjuntos de sensores para el conjunto 1 (0°), el conjunto 2 (90°) y el conjunto 3 (180°).

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

60 La presente invención se refiere a rodillos para su uso particularmente en prensas de rodillos de presión, en las que los rodillos ejercen fuerzas de presión sobre unas bandas para formar papel, material textil, una lámina de plástico y otros materiales relacionados. Aunque la presente invención puede usarse en las industrias anteriores, el análisis que sigue se centrará en la función de los rodillos para su uso particularmente en la fabricación de papel y, en particular, en una prensa con punto de agarre para el desgote de una banda fibrosa, que comprende un rodillo sensor dispuesto de manera que coopere de manera giratoria con otro rodillo en la prensa con punto de agarre. Las Figuras 1-5 ilustran la realización en donde dos sensores se colocan a 180° circunferencialmente a lo ancho del rodillo en cada ubicación

en dirección transversal, ya que esto proporciona la ilustración más simple. Se pueden extrapolar realizaciones adicionales con múltiples sensores en cada ubicación en CD, como se muestra en las Figs. 6-8B.

Como se muestra en la Figura 1, una vista esquemática en perspectiva muestra un rodillo sensor 10 fabricado según la presente invención como una parte de una prensa 12 con punto de agarre que incluye un segundo rodillo 14 que coopera con el rodillo sensor 10 para producir presión sobre una banda fibrosa 16 que avanza entre los dos rodillos 10, 14. El rodillo sensor 10 y el segundo rodillo 14 giran, como indican las flechas en la Figura 2, y están separados en una región 18 del punto de agarre en la que los dos rodillos 10, 14 se juntan ligeramente para ejercer presión sobre la banda fibrosa 16 con el fin de eliminar parte del líquido suspendido en la banda 16. Las letras NW en la Figura 2 indican el “ancho del punto de agarre” formado de la región 18 del punto de agarre. Esta región 18 del punto de agarre se extiende a lo largo de toda la longitud en dirección transversal del rodillo sensor 10 y del segundo rodillo 14. El rodillo sensor 10 puede incluir un rodillo 20 base interior y la cubierta exterior 22 del rodillo puede comprender materiales adecuados para su uso en la fabricación de un rodillo de prensa. El rodillo 20 base interior puede incluir una o más capas inferiores, siendo la cubierta exterior 22 del rodillo la capa superior. Este rodillo sensor 10 compuesto con la cubierta 24 del rodillo se conoce comúnmente como “rodillo recubierto” en la industria. El segundo rodillo 14 puede ser un rodillo descubierto o también estar compuesto por varias capas de materiales y también por un rodillo base. Si hay múltiples rodillos recubiertos en el punto de agarre, cada uno puede tener sensores y producir perfiles del punto de agarre y perfiles de variabilidad. Los perfiles del punto de agarre o los dos rodillos recubiertos se pueden promediar juntos para una mayor precisión al realizar los ajustes del perfil del punto de agarre. Sin embargo, los perfiles de variabilidad de cada rodillo recubierto proporcionan información sobre el estado de ese rodillo específico. Debe apreciarse que, si bien las presentes realizaciones se centran únicamente en un único punto de agarre, es posible utilizar rodillos individuales que intervengan en interacciones de dos puntos de agarre, tres puntos de agarre o múltiples puntos de agarre que son comunes en la industria del papel. Se ilustran uno o dos rodillos 10, 14 para describir más claramente las ventajas asociadas a la presente invención. Sin embargo, se pueden generar múltiples perfiles del punto de agarre con cada rodillo sensor independiente que se utilice en la prensa con punto de agarre.

Haciendo referencia ahora a las Figs. 1 y 3, un primer conjunto 24 de sensores 26 está asociado al rodillo sensor 10 junto con un segundo conjunto 28 de sensores 30. Los sensores 26 del primer conjunto 24 se indican con un círculo, mientras que los sensores 30 del segundo conjunto 28 se indican con un cuadrado. Se han usado círculos y cuadrados para identificar fácilmente los sensores que constituyen el primer conjunto 24 de sensores del segundo conjunto 28 de sensores. Sin embargo, en la práctica, estos sensores 26 y 30 pueden ser exactamente el mismo dispositivo sensor. Además, uno o ambos rodillos 10, 14 pueden tener sensores asociados al rodillo. Sin embargo, a título ilustrativo, este análisis se centrará en solo uno de los rodillos que tiene capacidades de detección y medición.

Estos sensores 26 y 30 pueden estar dispuestos, al menos parcialmente, dentro de la cubierta 22 del rodillo que forma la parte del rodillo sensor 10. Cada uno de los sensores 26 y 30 está adaptado para detectar y medir un parámetro de datos particular, tal como, por ejemplo, la presión que se está ejerciendo sobre el sensor cuando entra en la región 18 del punto de agarre. Como se puede ver mejor en la Figura 3A, el primer conjunto 24 de sensores 26 se muestra dispuesto en una configuración particular a lo largo del rodillo sensor 10, estando cada sensor 26 ubicado en una posición lateral particular (denominada “posición en dirección transversal” o “posición en CD”) en el rodillo sensor 10. Cada posición en dirección transversal está a una distancia particular del primer extremo 32 del rodillo sensor 10. Como puede verse en la realización particular de la Figura 3A, el primer conjunto 24 de sensores 26 está dispuesto a lo largo de una línea que gira en espiral alrededor de toda la longitud del rodillo sensor en una sola revolución, formando una hélice o patrón helicoidal. De la misma manera, el segundo conjunto 28 de sensores 30 está dispuesto a lo largo de una línea que gira en espiral alrededor de toda la longitud del rodillo sensor en una sola revolución, creando la misma hélice o patrón helicoidal, excepto que este segundo conjunto 28 de sensores 30 está separado del primer conjunto 24 unos 180° circunferencialmente alrededor del rodillo sensor 10. La Figura 3B muestra una vista desde un extremo del primer conjunto 24 separado aproximadamente 180° del segundo conjunto 28. El uso de estas dos líneas de sensores 26, 30 permite medir una gran cantidad de la superficie exterior del rodillo sensor 10 mientras el rodillo 10 gira. Si bien el patrón particular del primer conjunto 24 y el segundo conjunto 28 se muestra en la presente descripción en un patrón helicoidal alrededor del rodillo 10, debe apreciarse que estos conjuntos 24, 28 de sensores pueden disponerse en otras configuraciones particulares para proporcionar mediciones de presión a lo largo del rodillo sensor 10.

Cada sensor 30 de este segundo conjunto 28 está dispuesto en una posición particular en dirección transversal en el rodillo sensor 10. Cada sensor 26 del primer conjunto 24 tiene un sensor correspondiente en el segundo conjunto 28, estando cada sensor correspondiente del primer y segundo conjunto ubicado en la misma posición en dirección transversal a lo largo del rodillo sensor. De esta manera, cada posición en dirección transversal del rodillo sensor tiene un par de sensores que miden la presión en dos posiciones circunferenciales diferentes. Cada par de sensores correspondientes está ubicado a lo largo del rodillo sensor 10 en una posición en dirección transversal para proporcionar dos lecturas de sensor cuando el rodillo sensor realiza una rotación completa de 360°. El promedio de estas dos lecturas se puede utilizar a continuación para calcular y mostrar el perfil de presión en el punto de agarre que se está desarrollando en la prensa 12 con punto de agarre giratorio.

La manera en la que se pueden realizar las mediciones de presión se explica mejor en las Figs. 4 y 5. Las Figs. 4 y 5 muestran vistas laterales en alzado del rodillo sensor 10 tal como se vería mirando directamente a la región 18 del punto de agarre que se ilustra mediante un par de líneas de puntos. La Figura 4 muestra una vista típica en la que el rodillo sensor 10

tiene un par de sensores 26, 30 directamente en la región del punto de agarre listos para tomar una medición de presión. Una cuadrícula ubicada en la parte inferior del rodillo sensor 10 con fines ilustrativos muestra catorce (14) posiciones en dirección transversal individuales a lo largo de la longitud L de trabajo del rodillo sensor 10. En la Figura 4, el primer conjunto 24 de sensores 26 puede verse ilustrado situado en posiciones en dirección transversal numeradas del 1 al 7. De la misma manera, el segundo conjunto 28 de sensores 30 se muestra en posiciones en dirección transversal numeradas del 8 al 14 en la Figura 4. El otro sensor 26 del primer conjunto 24 está dispuesto en las posiciones 8 a 14 en dirección transversal, pero no se puede ver en la Figura 4. De la misma manera, los sensores 30 restantes del segundo conjunto 28 están en las posiciones 1 a 7, pero no se pueden ver en la Figura 4, ya que están en el reverso del rodillo sensor. Debe apreciarse que solo se muestran catorce posiciones en dirección transversal en estos dibujos para proporcionar una explicación sencilla de la manera en que funciona la presente invención. Durante su funcionamiento real, puede haber muchas más posiciones en dirección transversal asociadas a un rodillo sensor dadas las largas longitudes y anchos que están asociados a estos rodillos.

Solo el sensor 26 ubicado en la 4ª posición en dirección transversal y el sensor 30 ubicado en la 11ª posición en dirección transversal están en la posición adecuada para tomar la medición de la presión, ya que están ubicados en la región NR del punto de agarre. Una vez que estos dos sensores 26, 30 entran en la región NR del punto de agarre, se mide la presión que se está ejerciendo sobre el sensor. A medida que el rodillo sensor 10 continúe girando, los otros sensores en la 5ª y 12ª posición en dirección transversal se ubicarán entonces en la región NR del punto de agarre y podrán medir la presión en estas posiciones particulares. La rotación adicional del rodillo sensor 10 coloca los sensores en la 6ª y 13ª posición en dirección transversal en la región NR del punto de agarre para las mediciones de presión. A menudo, el rodillo sensor 10 gira 180° desde su posición inicial mostrada en la Figura 4 y volverá a tener sensores en la 4ª y 11ª posición en dirección transversal. Esta disposición de sensores 26, 30 se muestra en la Figura 5. La única diferencia es que un sensor 30 del segundo conjunto 28 está ahora en la 4ª posición en dirección transversal y un sensor 26 del primer conjunto 24 está en la 11ª posición en dirección transversal. Estos sensores 26 y 30 mostrados en las Figs. 4 y 5 son sensores correspondientes que leen la presión en la 4ª posición en dirección transversal. De la misma manera, el sensor 26 del primer conjunto 24 de la Figura 5 está ahora en la 11ª posición en dirección transversal listo para medir la presión en esa ubicación. El sensor 30 en la 11ª posición en dirección transversal mostrada en la Figura 4 y el sensor 26 en la 11ª posición en dirección transversal de la Figura 5 constituyen sensores correspondientes que proporcionan lecturas de presión en esa ubicación particular del rodillo sensor. El sistema que procesa las mediciones de presión puede tomar el promedio de las lecturas de cada par de sensores correspondientes en una posición particular en dirección transversal y calcular el perfil del punto de agarre en esa posición basándose en una lectura media. Por ejemplo, si los sensores 26, 30 en la 4ª posición en dirección transversal leen ambos 200 libras por pulgada lineal (Per Linear Inch - PLI), entonces su promedio sería de 200 PLI. Esto indicaría que hay poca o ninguna variación de presión provocada por la rotación del rodillo sensor 10. La lectura media de 200 PLI se utilizaría entonces para calcular y mostrar el perfil de presión en el punto de agarre en esa posición particular en dirección transversal. Por ejemplo, si el sensor 30 en la 11ª posición en dirección transversal, como se muestra en la Figura 4, lee 240 PLI y el sensor 26 en la 11ª posición mostrada en la Figura 5 lee 160 PLI, entonces la presión media sería de 200 PLI. Estas dos lecturas diferentes en la 11ª posición en dirección transversal indicarían una variación de presión que muy probablemente se atribuiría a la rotación a alta velocidad del rodillo sensor 10. Sin embargo, al procesar el perfil de presión en el punto de agarre para la 11ª posición en dirección transversal, se utilizaría la medición de presión media de 200 PLI, ya que este promedio cancelará, o casi cancelará, el efecto de la variabilidad rotacional que se produce a lo largo del rodillo sensor 10. El promedio de las dos mediciones dará como resultado una representación más precisa de la presión que se está desarrollando en esa posición particular en dirección transversal.

En los rodillos sensores del estado de la técnica que utilizan un único sensor en cada posición de dirección transversal, la unidad de procesamiento tendría sensores individuales en cada posición de dirección transversal. Un rodillo sensor del estado de la técnica que tenga un único sensor en la 11ª posición en dirección transversal en el ejemplo ilustrado anteriormente solo podía basarse en una única lectura en esa posición para calcular y mostrar el perfil de presión en el punto de agarre. Un rodillo del estado de la técnica utilizaría entonces la lectura de 240 PLI o 160 PLI para determinar y mostrar el perfil de presión en el punto de agarre en esta ubicación. Tal lectura sería poco precisa ya que el rodillo sensor gira completamente en una revolución de 360°. En consecuencia, la presión en el punto de agarre calculada en esta posición será poco precisa. Sin embargo, la unidad de procesamiento mostraría un perfil de presión en el punto de agarre que parecería ser preciso, pero en realidad sería poco preciso. Si se realizan ajustes al rodillo sensor por parte del operador de la máquina o mediante un equipo de ajuste automático para compensar las lecturas de alta o baja presión, entonces el rodillo sensor podría ajustarse para desarrollar presiones aún más incorrectas en varias ubicaciones de la región del punto de agarre.

A medida que el rodillo 10 gira colocando diferentes sensores en la región del punto de agarre, los sensores respectivos miden la presión que luego se transmite a la unidad de procesamiento. La unidad de procesamiento asociada a cada rodillo sensor 10 puede entonces calcular la presión media de cada par de sensores correspondientes en las diversas posiciones en dirección transversal y producir un perfil de presión en el punto de agarre que puede visualizarse en un monitor u otra pantalla de visualización. Un equipo informático muy conocido en la técnica podría utilizarse para procesar las lecturas de presión que se realizan en milisegundos.

Un método de la presente invención para detectar y eliminar los efectos de la variabilidad rotacional del perfil de presión en el punto de agarre de un rodillo sensor de una prensa con punto de agarre incluye, por lo tanto, proporcionar un rodillo sensor que tenga una longitud de trabajo y una pluralidad de posiciones en dirección transversal dispuestas a

lo largo de la longitud de trabajo y la colocación de pares de sensores de medición de presión en cada posición en dirección transversal. En la realización particular mostrada en las Figs. 3A-5, el método utiliza sensores que están separados 180° circunferencialmente entre sí. Esto permite realizar dos mediciones de presión diferentes en cada posición en dirección transversal. A continuación, se puede medir la presión ejercida sobre cada sensor de cada par cuando el sensor se mueve hacia la región del punto de agarre de la prensa con punto de agarre y se puede calcular el promedio de cada uno de los dos sensores en cada posición en dirección transversal para determinar una medición de presión media. Las mediciones de presión media en cada posición en dirección transversal se pueden usar entonces para proporcionar un perfil de presión en el punto de agarre para la prensa con punto de agarre.

Debe apreciarse que, si bien la presente invención describe un modelado matemático que utiliza el promedio directo de las mediciones tomadas por cada sensor correspondiente, podría ser posible obtener una medición media compuesta utilizando otros tipos de modelos que pueden obtener y calcular una medición media en cada posición en dirección transversal. Por ejemplo, el equipo operativo (procesadores de datos) podría utilizar otro modelo, tal como el "ajuste de curvas", que también puede proporcionar el perfil de presión en el punto de agarre más preciso. También podrían utilizarse otros modelos conocidos en la técnica con las múltiples lecturas de presión de los diversos sensores para obtener un perfil de presión en el punto de agarre más preciso.

Las variaciones del rodillo sensor se describen en las Figs. 6-8. Haciendo referencia inicialmente a las Figs. 6A y 6B, se utilizan tres conjuntos diferentes de sensores y se extienden alrededor del rodillo sensor 10. Como puede verse en la realización descrita del rodillo sensor 10, un primer conjunto 24 de sensores 26, un segundo conjunto 28 de sensores 30 y un tercer conjunto 32 de sensores 34 se muestran como líneas continuas de sensores que se extienden alrededor del rodillo sensor en una revolución completa, formando cada conjunto 24, 28, 32 una hélice alrededor del rodillo sensor 10. Los sensores 34 se muestran como un triángulo para distinguir ese sensor particular de los sensores 26, 30 de los otros dos conjuntos 24, 28. Los conjuntos 24, 28 y 30 adyacentes de sensores están separados 120° circunferencialmente entre sí (véase la Figura 6B) en una posición en dirección transversal del rodillo sensor 10 para proporcionar una buena medición de la presión real que se está desarrollando y cancelarían, o al menos cancelarían parcialmente, cualquier variabilidad rotacional de 2 veces la frecuencia de rotación que pudiera desarrollarse en esta posición en CD. De nuevo, las mediciones de cada uno de los sensores correspondientes en cada posición en CD pueden promediarse para proporcionar una medición media que proporcione una representación más precisa de la presión en el punto de agarre que se está desarrollando en esa posición en CD.

Debe apreciarse que la longitud de trabajo del rodillo sensor puede ser bastante larga y puede requerir que cada conjunto de sensores se enrolle más de una vez alrededor del rodillo. De nuevo, un patrón de este tipo es satisfactorio siempre que el patrón permita usar tres sensores en cada posición en dirección transversal (separados 120°) para producir tres lecturas de presión separadas que luego se procesan para producir una lectura base.

Haciendo referencia ahora a las Figs. 7A y 7B, se ha añadido un cuarto conjunto 36 de sensores 38 al rodillo sensor 10 para proporcionar otro sensor más en cada posición en CD. Los conjuntos 24, 28, 30, 36 adyacentes están separados 90° circunferencialmente entre sí (véase la Figura 7B) en una posición en dirección transversal del rodillo sensor 10 para proporcionar una buena medición de la presión real que se está desarrollando y cancelarían, o al menos cancelarían parcialmente, cualquier variabilidad rotacional de 2 veces la frecuencia de rotación que pudiera desarrollarse en esta posición en CD. De nuevo, debe apreciarse que la longitud de trabajo del rodillo sensor puede ser bastante larga y puede requerir que cada conjunto de sensores se enrolle más de una vez alrededor del rodillo. Un patrón de este tipo es satisfactorio siempre que el patrón permita usar cuatro sensores en cada posición en dirección transversal (separados 90°) para producir cuatro lecturas de presión separadas que luego se procesan para producir una lectura base.

Haciendo referencia ahora a las Figs. 8A y 8B, un primer conjunto 24 de sensores 26 se muestra como una línea continua de sensores que se extiende alrededor del rodillo sensor en media (1/2) revolución. De la misma manera, un segundo conjunto 28 de sensores 30 se extiende alrededor del rodillo sensor en media (1/2) revolución. De esta manera, solo se forma una hélice parcial alrededor del rodillo sensor 10. Esta disposición de sensores 26, 30 aún permite asignar un par de sensores a una posición particular en CD. Al igual que el rodillo sensor 10 mostrado en las Figs. 3A-5, los conjuntos 24, 28 adyacentes están separados 180° circunferencialmente entre sí (véase la Figura 8B). La estructura resultante crea un rodillo sensor que tiene solo un sensor que entra en la región del punto de agarre en un momento dado. Esta realización particular del rodillo sensor 10 debería proporcionar una buena medición de la presión real que se está desarrollando y cancelaría, o al menos cancelaría parcialmente, cualquier variabilidad rotacional de 2 veces la frecuencia de rotación que pudiera desarrollarse en esta posición en CD.

De manera similar, se pueden enrollar tres hélices a 120° cada una, cuatro a 90° cada una o n hélices a 360°/n cada una. La ventaja particular de esta disposición de sensores es la detección de barras de longitud de onda corta que pueden estar asociadas al desgaste de la cubierta, ya que cada elemento sensor se encuentra en una posición de rotación diferente. Las Figs. 9A y 9B muestran tres líneas continuas 24, 28 y 32 de sensores 26, 30 y 34 que se extienden alrededor del rodillo sensor en una revolución parcial (una revolución de 120°). De esta manera, cada conjunto 24, 28 y 32 solo forma una hélice parcial alrededor del rodillo sensor 10. Esta disposición de sensores 26, 30 y 34 permite asignar un grupo de sensores a una posición en CD particular. Al igual que el rodillo sensor 10 mostrado en las Figs. 6A y 6B, los conjuntos 24, 28 y 32 adyacentes están separados 120° circunferencialmente entre sí a lo largo del rodillo (véase la Figura 9B). Las Figs. 10A y 10B muestran cuatro líneas continuas 24, 28, 32 y 36 de sensores 26, 30, 34 y 38 que se extienden alrededor del rodillo sensor en una

revolución parcial (una revolución de 90°). De nuevo, cada conjunto 24, 28, 32 y 36 solo forma una hélice parcial alrededor del rodillo sensor 10. Esta disposición de sensores 26, 30, 34 y 38 permite asignar un grupo de sensores a una posición en CD particular. Al igual que el rodillo sensor 10 mostrado en las Figs. 7A y 7B, los conjuntos 24, 28, 32 y 36 adyacentes están separados 90° circunferencialmente entre sí (véase la Figura 10B). La estructura resultante crea un rodillo sensor que tiene solo un sensor que entra en la región del punto de agarre en un momento dado. Esta realización particular del rodillo sensor 10 debería proporcionar una buena medición de la presión real que se está desarrollando y cancelaría, o al menos cancelaría parcialmente, cualquier variabilidad rotacional de 2 veces la frecuencia de rotación que pudiera desarrollarse en esta posición en CD. Se podrían disponer líneas similares de sensores a lo largo de la longitud del rodillo sensor 10 de manera que se formen n líneas de sensores que formen hélices parciales y se coloquen a 360°/n a lo largo del rodillo 10. Las líneas adyacentes de sensores estarían separadas 360°/n circunferencialmente entre sí a lo largo del rodillo.

Los métodos para detectar y eliminar los efectos de la variabilidad rotacional del perfil de presión en el punto de agarre de un rodillo sensor de una prensa con punto de agarre utilizando las realizaciones de las Figs. 6A-10B incluyen proporcionar un rodillo sensor que tenga una longitud de trabajo y una pluralidad de posiciones en dirección transversal dispuestas a lo largo de la longitud de trabajo y la colocación de pares de sensores de medición de presión en cada posición en dirección transversal. El método calculará una medición de presión media utilizando el número de sensores colocados en cada posición en CD. En las realizaciones de las Figs. 6A y 6B y las Figs. 9A y 9B, se promedian tres sensores ubicados en una posición en CD. De la misma manera, las lecturas de los cuatro sensores de las realizaciones de las Figs. 7A y 7B y las Figs. 10A y 10B se utilizan para producir una medición de presión media. La realización de las Figs. 8A y 8B, al igual que la realización de las Figs. 3A-5, utiliza un par de mediciones de sensor en cada posición en CD. Las mediciones de presión media en cada posición en dirección transversal se pueden usar entonces para proporcionar un perfil de presión en el punto de agarre para la prensa con punto de agarre.

Los sensores utilizados en los diversos conjuntos se pueden conectar eléctricamente a una unidad transmisora 40 que también se puede acoplar a la unidad 10 de detección. La unidad transmisora 40 puede transmitir señales inalámbricas que pueden ser recibidas por un receptor inalámbrico ubicado en una ubicación remota. El receptor inalámbrico puede formar parte de un sistema que procese las señales, cree el perfil del punto de agarre y envíe señales correctoras de vuelta al rodillo sensor 10. Los sensores pueden recopilarse en el mismo período de recopilación y promediarse juntos para su uso inmediato. Sin embargo, la transmisión inalámbrica adicional puede reducir la vida de la batería de la unidad inalámbrica. A medida que la variabilidad rotacional cambia lentamente, alternar la recopilación entre los sensores y promediar juntos las recopilaciones en los períodos de recopilación alternativos proporcionará información comparable y puede ahorrar vida de la batería.

Un sistema particular para procesar las señales se muestra en la Figura 11 y se analizará con mayor detalle a continuación. La transmisión inalámbrica se puede llevar a cabo mediante ondas de radio, ondas ópticas u otros métodos de transmisión remota conocidos. Si se desea una transmisión directa por cable, se podrían utilizar conjuntos de anillos de contacto y otros dispositivos de acoplamiento eléctrico muy conocidos (no mostrados).

La Figura 11 ilustra la arquitectura general de un sistema particular para monitorizar una variable de calidad del producto aplicada a la producción de papel. El sistema mostrado en la Figura 11 incluye un equipo de procesamiento que calcula y muestra el perfil de presión en el punto de agarre. Por ejemplo, las mediciones de presión se pueden enviar al receptor inalámbrico desde el o los transmisores ubicados en el rodillo sensor. Luego, las señales se envían al procesador de señales de alta resolución para permitir que las mediciones de presión medias se calculen y utilicen para crear y mostrar el perfil de presión en el punto de agarre. Los datos se pueden transferir al control del proceso que puede, por ejemplo, enviar señales de vuelta al rodillo sensor para corregir la distribución de la presión en la región del punto de agarre. Una de estas prensas con punto de agarre que es capaz de corregir en tiempo real se describe en la patente US-4.509.237.

Esta prensa con punto de agarre utiliza un rodillo que tiene sensores de posición para determinar una disposición irregular del almacén del rodillo. Las señales de los sensores activan los elementos de soporte o presión que se encuentran debajo del almacén del rodillo para igualar cualquier posición irregular que pueda existir debido a las variaciones de presión. También se podría usar otro equipo conocido que pueda corregir la cubierta del rodillo.

Los sensores pueden adoptar cualquier forma reconocida por los expertos en la técnica como adecuada para detectar y medir la presión. Los sensores de presión pueden incluir sensores piezoeléctricos, sensores piezorresistivos, resistencias sensibles a la fuerza (Force Sensitive Resistors - FSR), sensores de fibra óptica, células de carga basadas en galgas extensométricas y sensores capacitivos. Según la invención, los sensores de medición de parámetros operativos podrían usarse para medir la temperatura, la deformación, la humedad, el ancho del punto de agarre, etc. Los sensores están ubicados estratégicamente a lo largo del rodillo sensor como se ha descrito anteriormente. Dependiendo del tipo de sensor, es posible que se requieran componentes electrónicos adicionales en cada ubicación de sensor. El diseño y el funcionamiento de los sensores anteriores son muy conocidos en la técnica y no es necesario analizarlos con más detalle en la presente descripción.

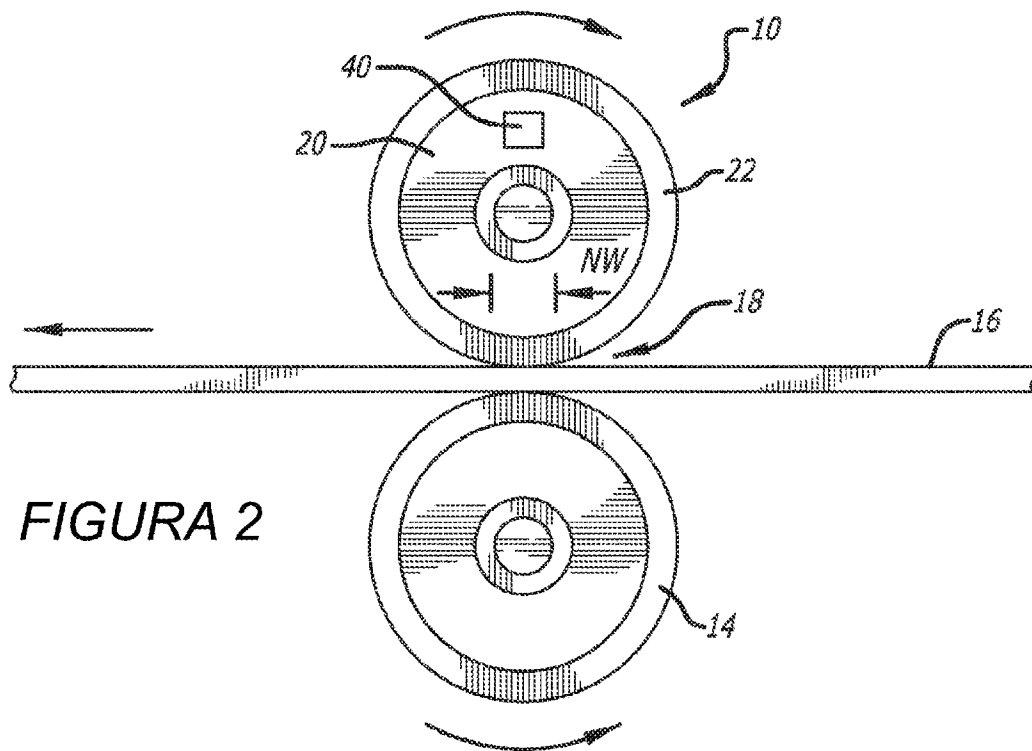
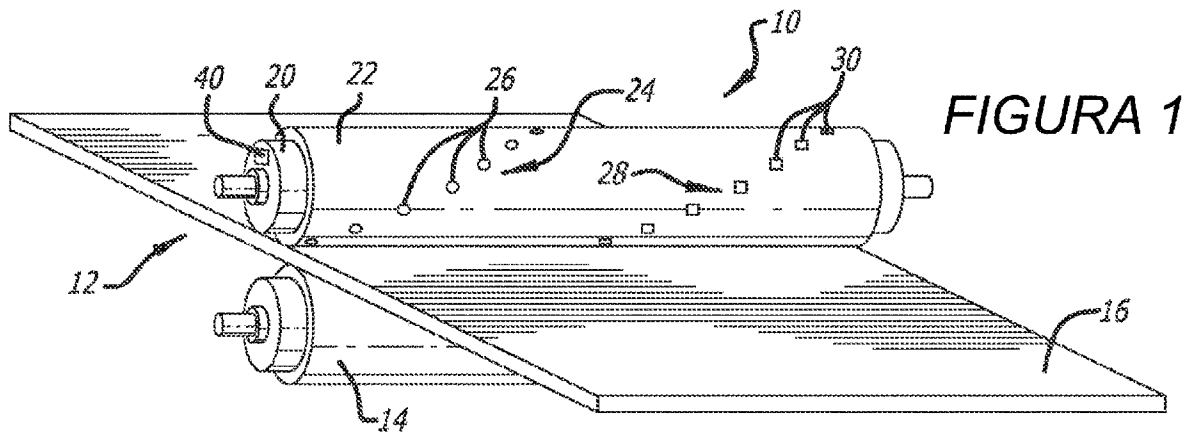
La unidad de procesamiento es típicamente un ordenador personal o un dispositivo de intercambio de datos similar, tal como el sistema de control distributivo de una fábrica de papel que puede procesar las señales de los sensores en información útil y fácil de entender desde una ubicación remota. Las unidades de procesamiento ilustrativas adecuadas se describen en la patente US-5.562.027 y US-6.568.285 de Moore.

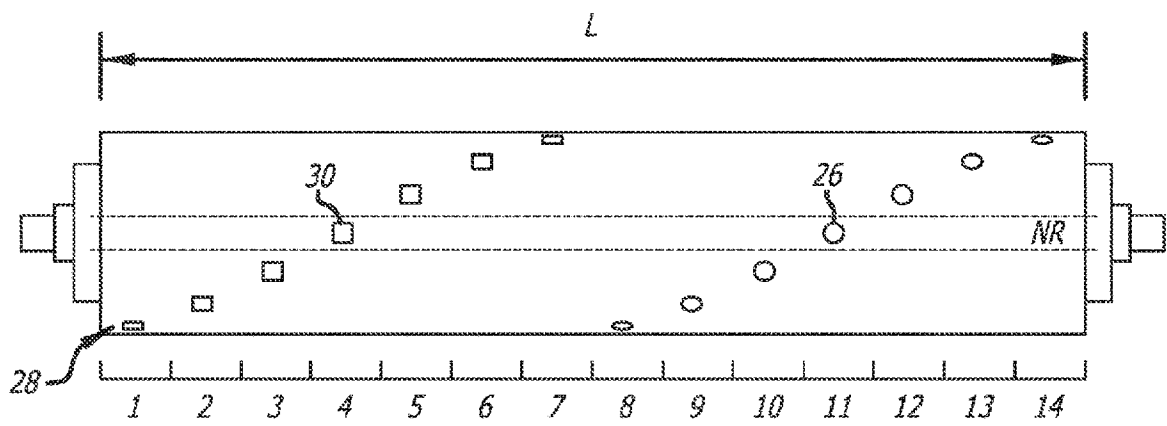
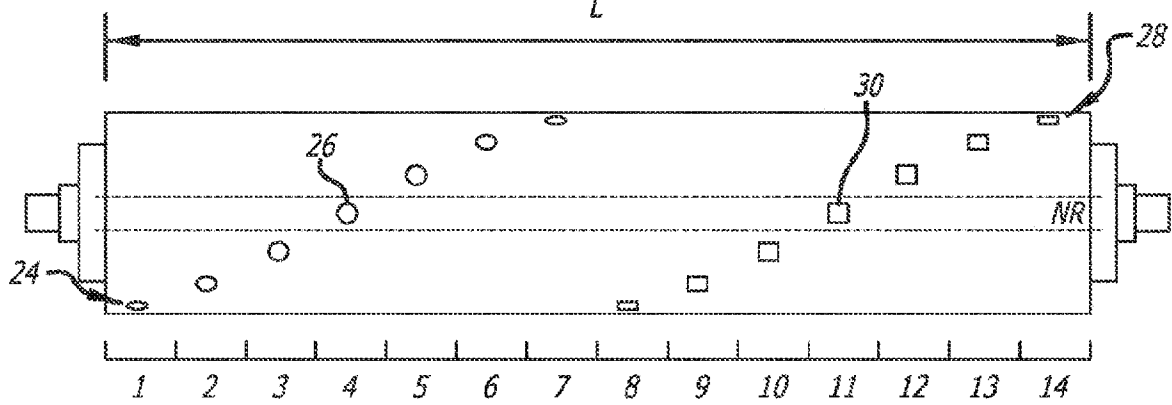
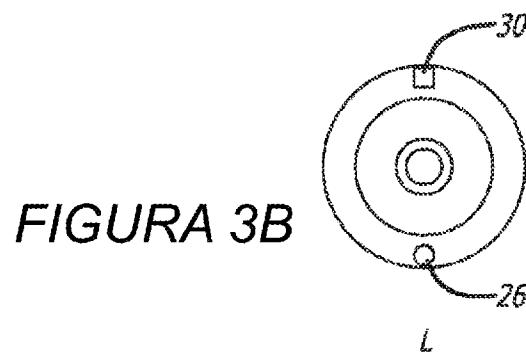
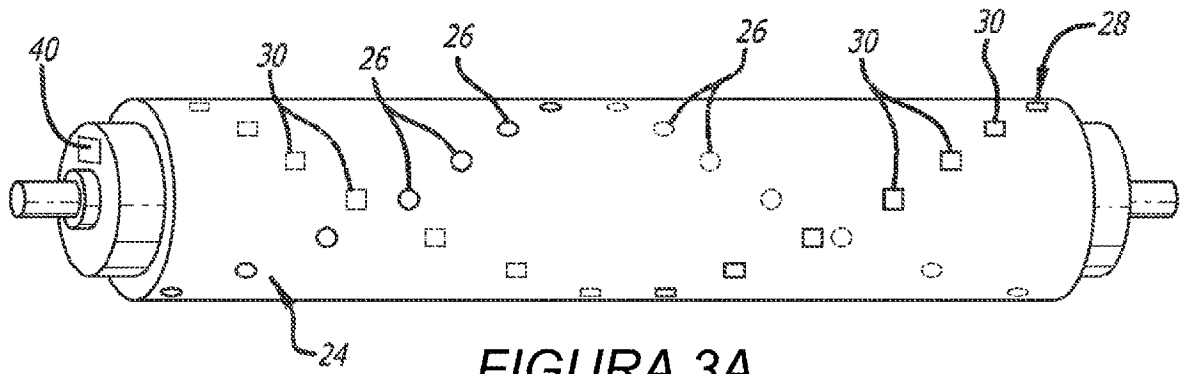
Haciendo referencia ahora a las Figs. 12-15, se proporcionan visualizaciones gráficas que explican y presentan con más detalle el mapeo típico de la variabilidad del rodillo que puede desarrollarse durante la operación. Las superficies de los rodillos se mapearon de acuerdo con los métodos y el aparato descritos en la patente US-5.960.374 utilizando sensores de propiedades del papel que estaban relacionados con la presión en el punto de agarre. Los mapeos utilizaron un conjunto de 5000 elementos divididos en 100 posiciones en CD y 50 posiciones de rotación. Los mapeos confirmaron que la mayor parte de la variabilidad del rodillo se produce en 1 ciclo por revolución en fase a lo largo del rodillo o fuera de fase (la fase cambia según la posición del perfil). A veces se observa un patrón de 2 ciclos por revolución en los bordes del rodillo. Rara vez se ven frecuencias más altas (tales como 3 ciclos por revolución) y solo en los bordes extremos y tienen poco impacto. Se normalizaron tres mapas de superficie de rodillo (escalados del 0 al 100 %) y se superpusieron recorridos de escaneo helicoidales sobre los mapas de superficie. El verdadero perfil de presión en el punto de agarre se determinó promediando las 50 posiciones de rotación en cada una de las 100 posiciones en CD. Los recorridos de escaneo helicoidal y los promedios de dos o más de estos recorridos en varios ángulos de separación se utilizaron para desarrollar estimaciones del perfil de presión en el punto de agarre. Luego, estas estimaciones se restaron del verdadero perfil del punto de agarre para obtener el error en cada estimación. Las Figs. 12 y 13 demuestran que dos conjuntos de sensores a lo ancho del rodillo y separados 180° circunferencialmente son suficientes para eliminar la mayor parte de la variabilidad rotacional cuando la variabilidad es de 1 ciclo por revolución. La Figura 14 demuestra que 2 conjuntos no son suficientes para gestionar la variabilidad de 2 ciclos por revolución en los bordes, ya que la diferencia estimada con respecto al verdadero perfil del punto de agarre es tan grande en los bordes como en el único escaneo helicoidal. Para este caso, se necesitaría un mínimo de 3 conjuntos separados 120°. Un mayor número de conjuntos por revolución puede reducir aún más el error de medición, pero a un coste mayor. Por lo tanto, la realización de tres (3) conjuntos (líneas) de sensores separados 120° circunferencialmente asegura que se reduzca toda la variabilidad de 1 ciclo/revolución y 2 ciclos/revolución. Sin embargo, 2 conjuntos pueden ser suficientes para muchos rodillos sin una variabilidad de 2 ciclos/revolución, y más de 3 conjuntos pueden proporcionar una medición y reducción de la variabilidad superiores pero a un coste mayor.

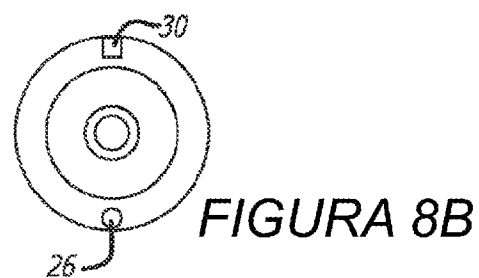
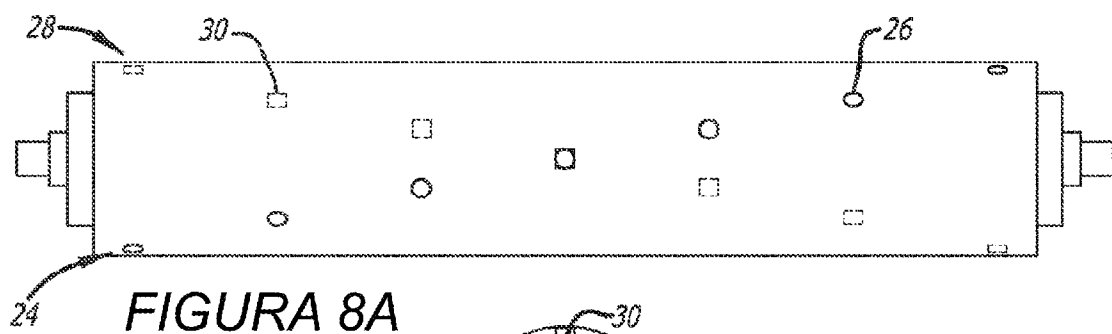
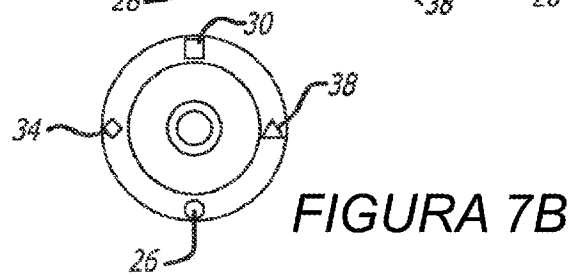
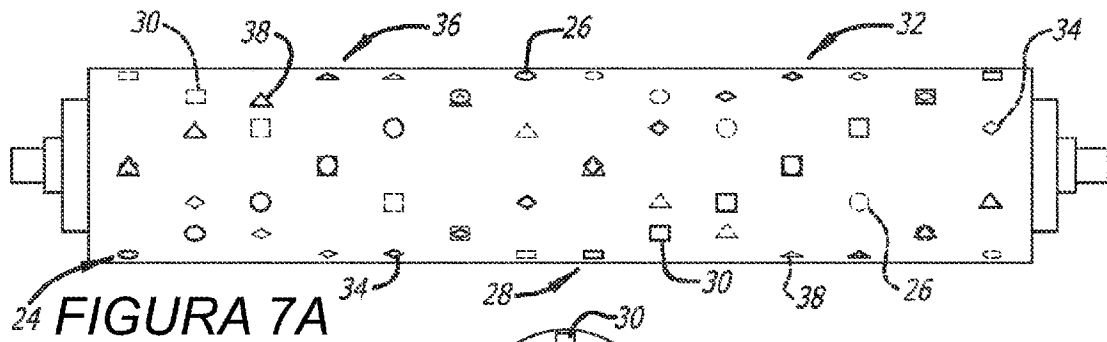
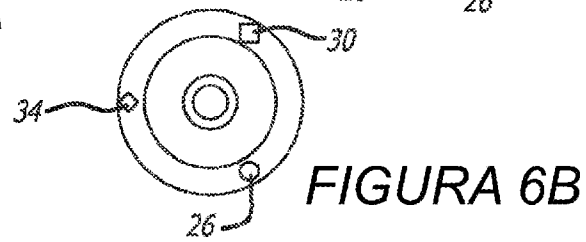
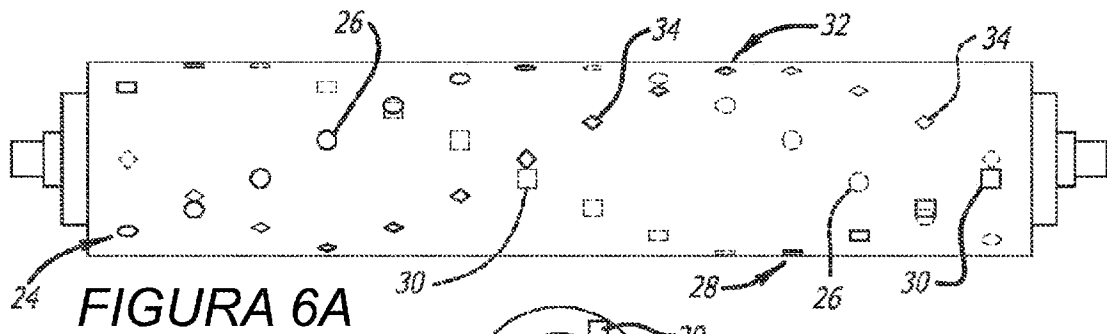
La Figura 15 muestra los perfiles de presión en el punto de agarre recogidos en un rodillo usando los diversos sensores integrados. Los datos muestran diferencias claras en el perfil entre los 3 conjuntos. Más notablemente, los conjuntos 1 y 3 (separados 180°) muestran una diferencia significativa en la forma, especialmente en la posición 14-20 del perfil.

REIVINDICACIONES

1. Un método para detectar y eliminar los efectos de la variabilidad rotacional del perfil del punto de agarre de un rodillo sensor (10) de una prensa (12) con punto de agarre, que comprende:
5 proporcionar el rodillo sensor que tiene una longitud (L) de trabajo y una pluralidad de posiciones (1-14) en dirección transversal dispuestas a lo largo de la longitud de trabajo; en donde dicho rodillo sensor comprende múltiples sensores (26, 30, 34, 38) de medición de parámetros operativos en cada posición en dirección transversal, estando la pluralidad de sensores separados
10 circunferencialmente entre sí; y medir el parámetro operativo con cada sensor en cada ubicación en dirección transversal a medida que el sensor se mueve hacia una región (18) del punto de agarre de la prensa con punto de agarre;
caracterizado por,
15 para cada posición en dirección transversal, promediar las mediciones de los parámetros operativos de cada uno de los múltiples sensores colocados en la posición en dirección transversal para determinar una medición media de los parámetros operativos en la posición en dirección transversal; y
20 utilizar las mediciones medias de los parámetros operativos de cada posición en dirección transversal para proporcionar un perfil de parámetros operativos de punto de agarre para la prensa con punto de agarre.
2. El método de la reivindicación 1, en donde los sensores de medición de parámetros operativos comprenden sensores de presión, sensores de temperatura, sensores de deformación, sensores de humedad, sensores
25 del ancho del punto de agarre o una combinación de estos.
3. El método de la reivindicación 1, en donde un primer conjunto (24) de sensores está alineado en una configuración helicoidal alrededor de un elemento cilíndrico (20, 22), preferiblemente y/o en donde múltiples conjuntos (24, 28, 32, 36) de sensores están alineados en una configuración helicoidal alrededor del elemento cilíndrico.
- 30 4. El método de la reivindicación 1, en donde el primer conjunto de sensores está alineado alrededor de una circunferencia de una cubierta (22) del rodillo en una única revolución, preferiblemente y/o en donde múltiples conjuntos de sensores están alineados alrededor de la circunferencia de la cubierta del rodillo en una única revolución.
- 35 5. El método de la reivindicación 1, que incluye un transceptor acoplado al elemento cilíndrico y a cada uno de los sensores de la pluralidad de conjuntos para transmitir señales de datos desde los sensores.
6. El método de la reivindicación 1, en donde el parámetro operativo que se está aplicando a un sensor de la pluralidad de conjuntos de sensores se mide cuando estos sensores entran en la región del punto de agarre
40 de la prensa con punto de agarre.
7. El método de la reivindicación 1, en donde al menos un conjunto adicional de sensores de medición de parámetros operativos incluye un segundo conjunto (28) y un tercer conjunto (32), en donde cada sensor del primer conjunto tiene un sensor correspondiente en el segundo y tercer conjuntos que está ubicado en la misma posición en sección transversal pero está separado 120° circunferencialmente, preferiblemente y/o en donde cada conjunto de
45 sensores forma una hélice parcial que se extiende aproximadamente 120° alrededor del rodillo sensor.
8. El método de la reivindicación 1, en donde el al menos un conjunto adicional de sensores de medición de parámetros operativos incluye un segundo conjunto, en donde cada sensor del primer conjunto tiene un sensor correspondiente en el segundo conjunto que está ubicado en la misma posición en sección transversal pero está separado 180° circunferencialmente, preferiblemente y/o en donde cada conjunto de
50 sensores forma una hélice parcial que se extiende aproximadamente 180° alrededor del rodillo sensor.
9. El método según la reivindicación 1 que además comprende:
55 mostrar el perfil de parámetros operativos del punto de agarre basándose en las mediciones medias calculadas de los parámetros operativos del primer y segundo sensores.
10. El método según la reivindicación 1 que además comprende:
60 mostrar el perfil de parámetros operativos del punto de agarre y un perfil de variabilidad del punto de agarre basándose en un modelo matemático de una pluralidad de lecturas de parámetros operativos en cada posición en dirección transversal, preferiblemente y/o
ajustar el rodillo sensor para reducir la variabilidad del perfil de parámetros operativos.







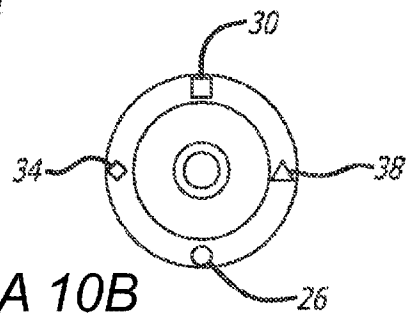
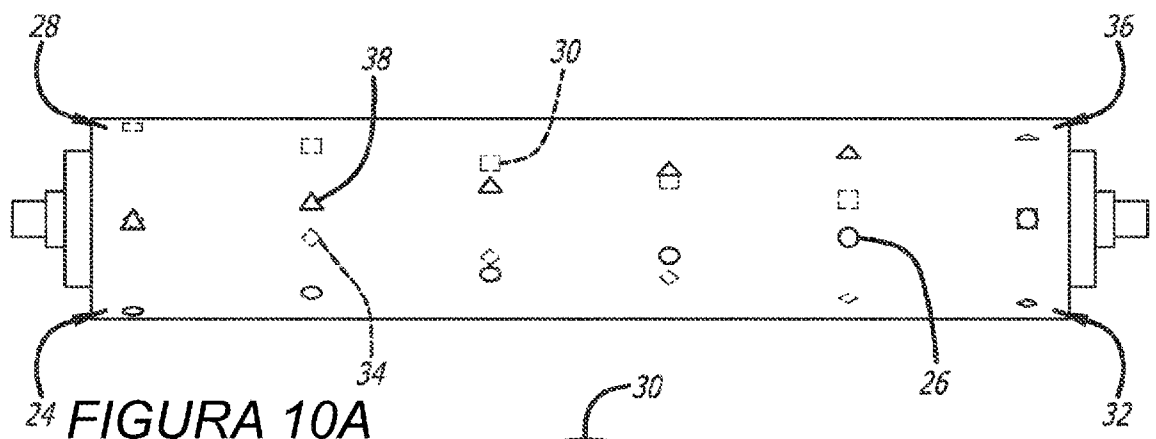
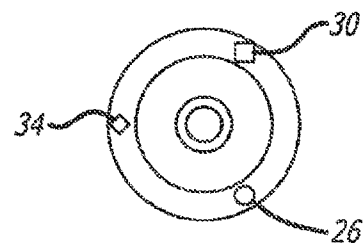
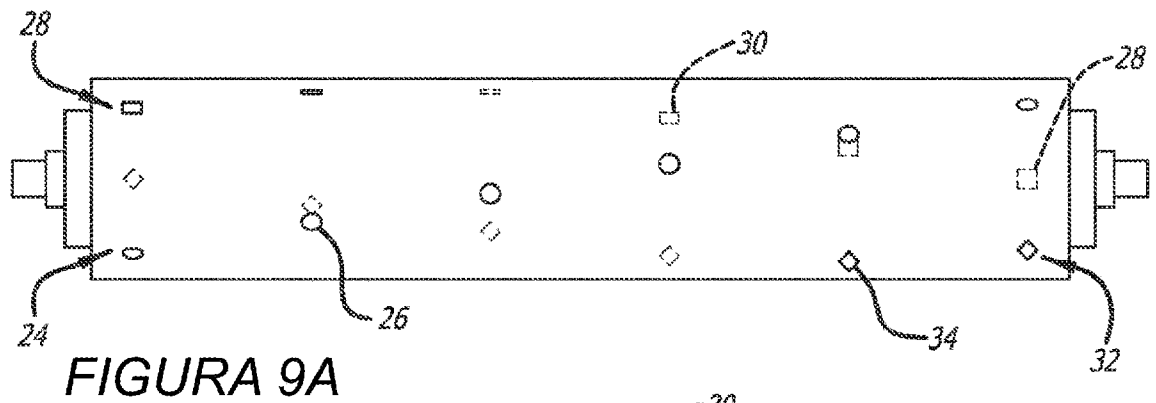
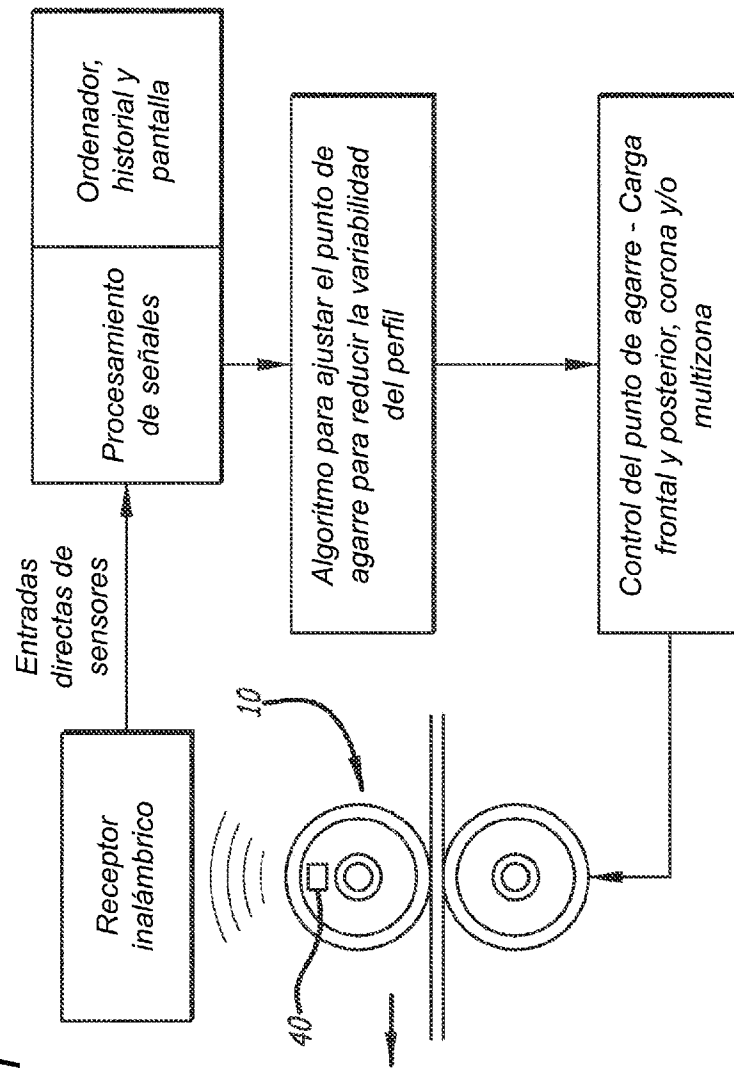


FIGURA 11



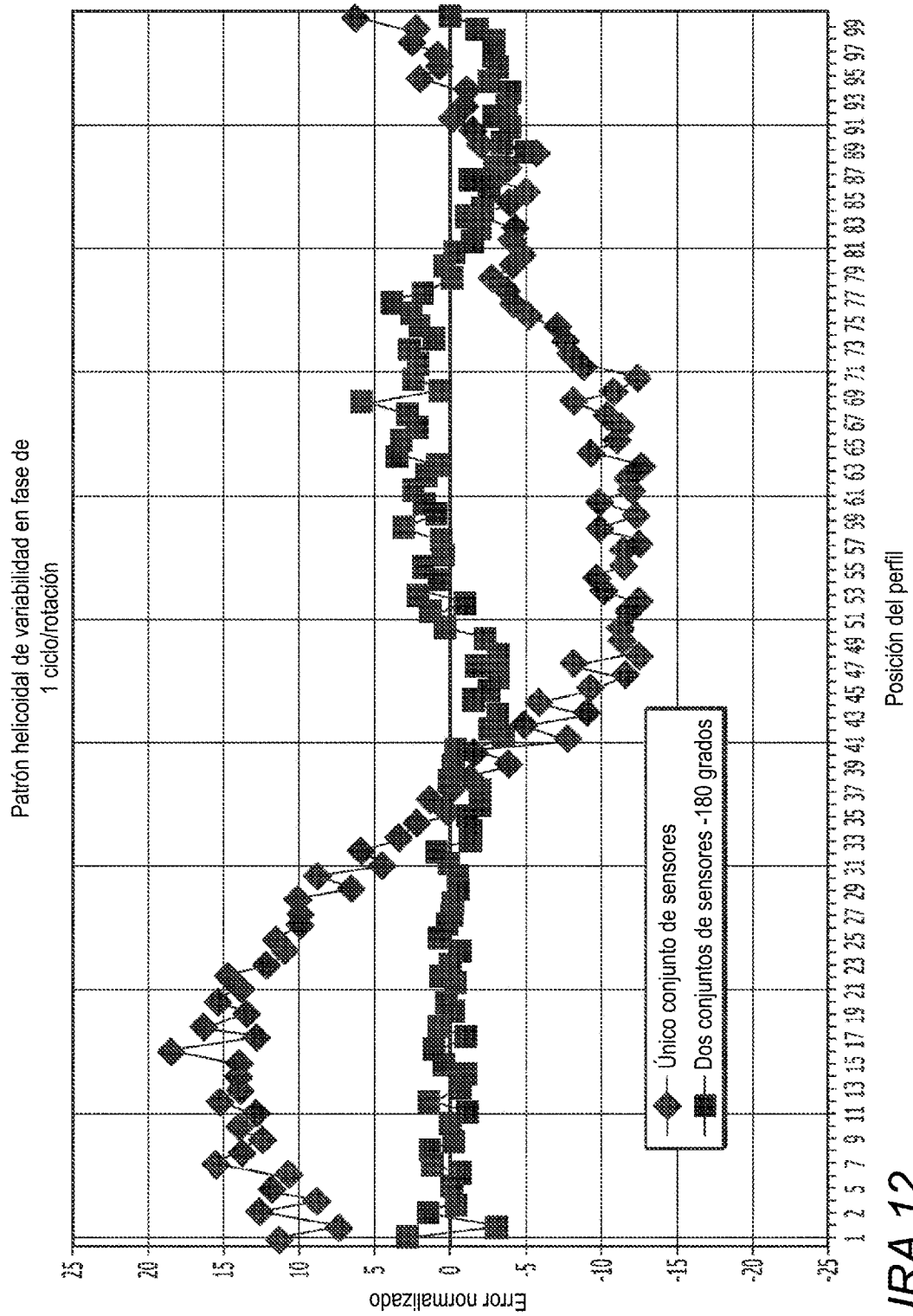


FIGURA 12

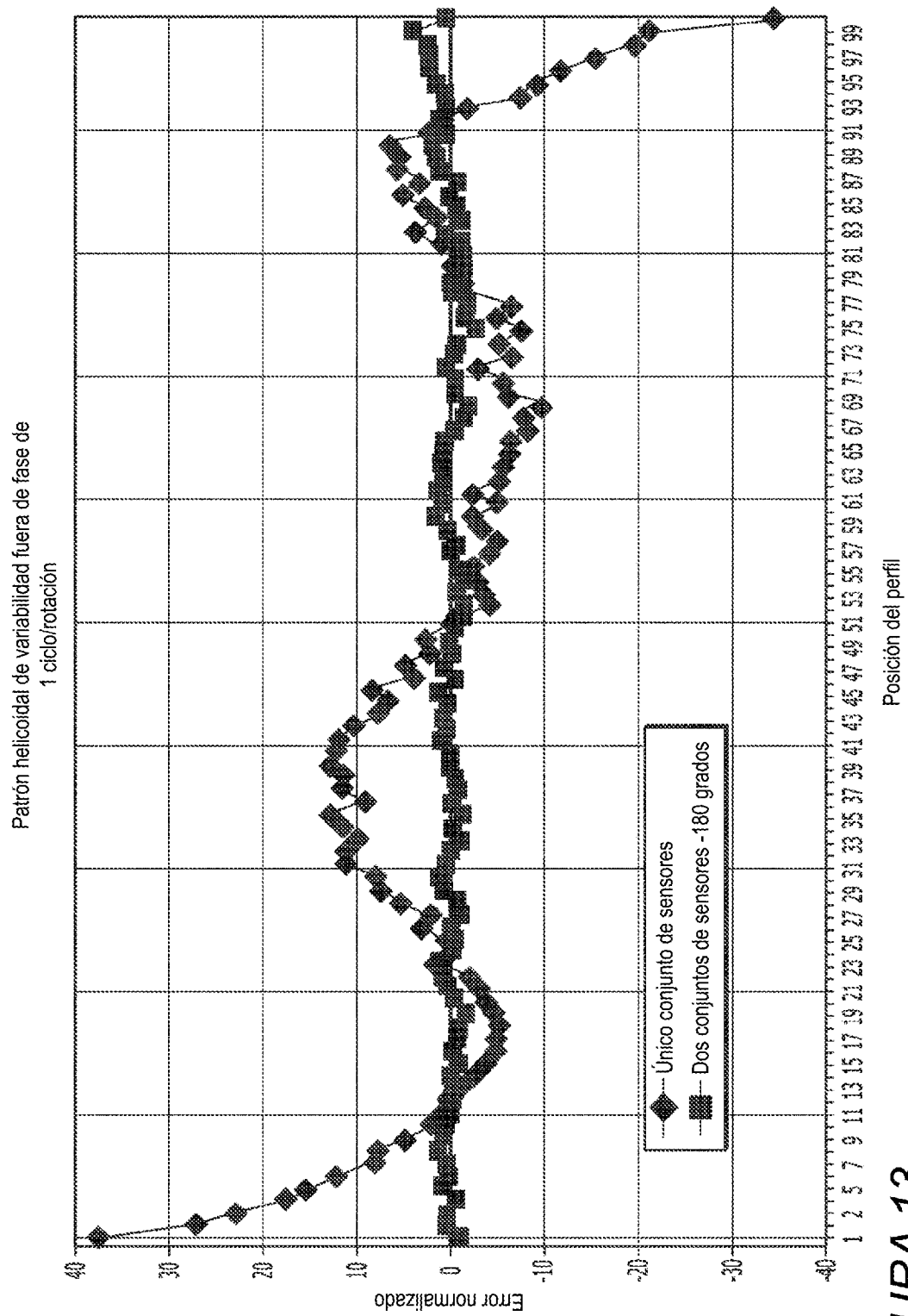


FIGURA 13

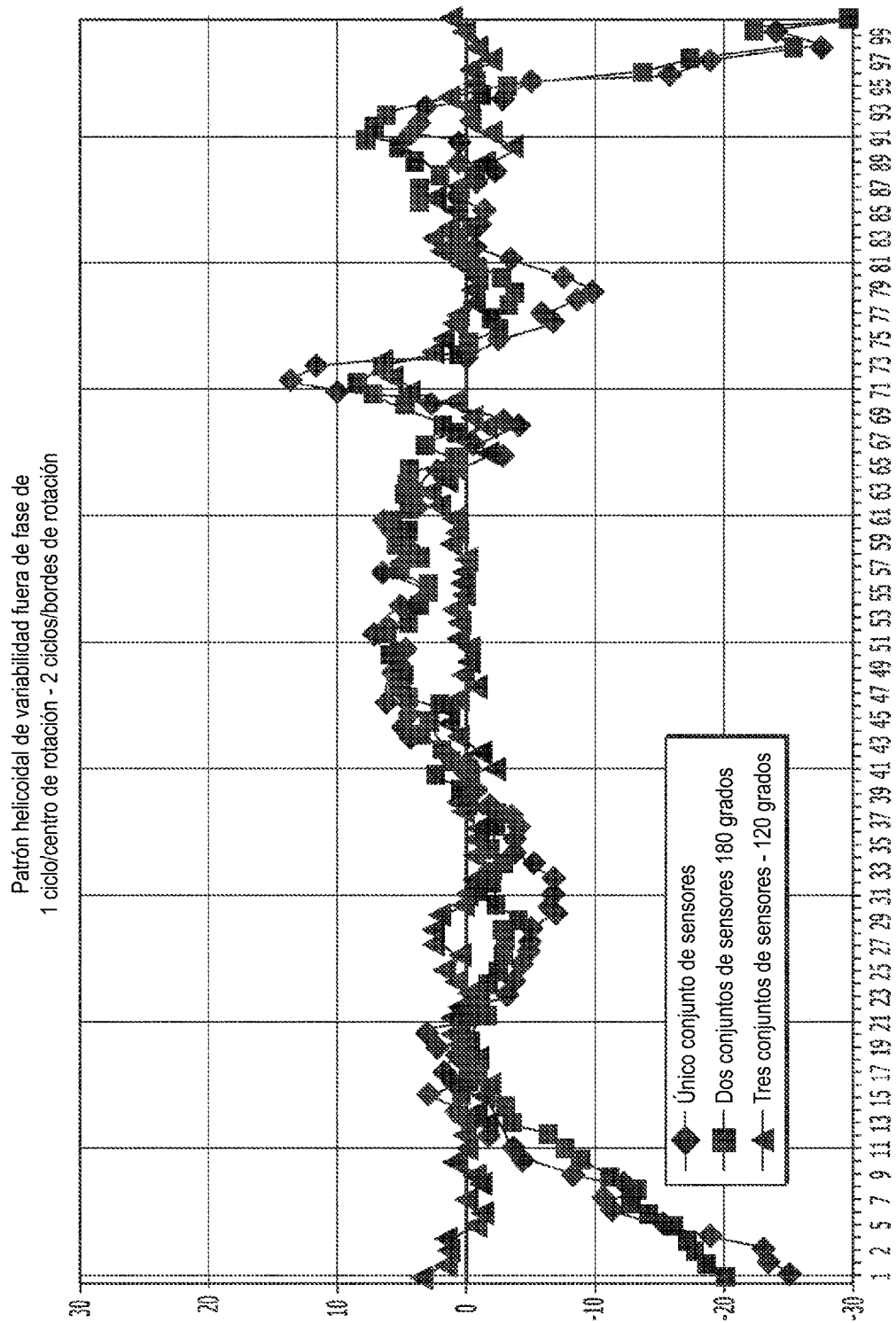


FIGURA 14

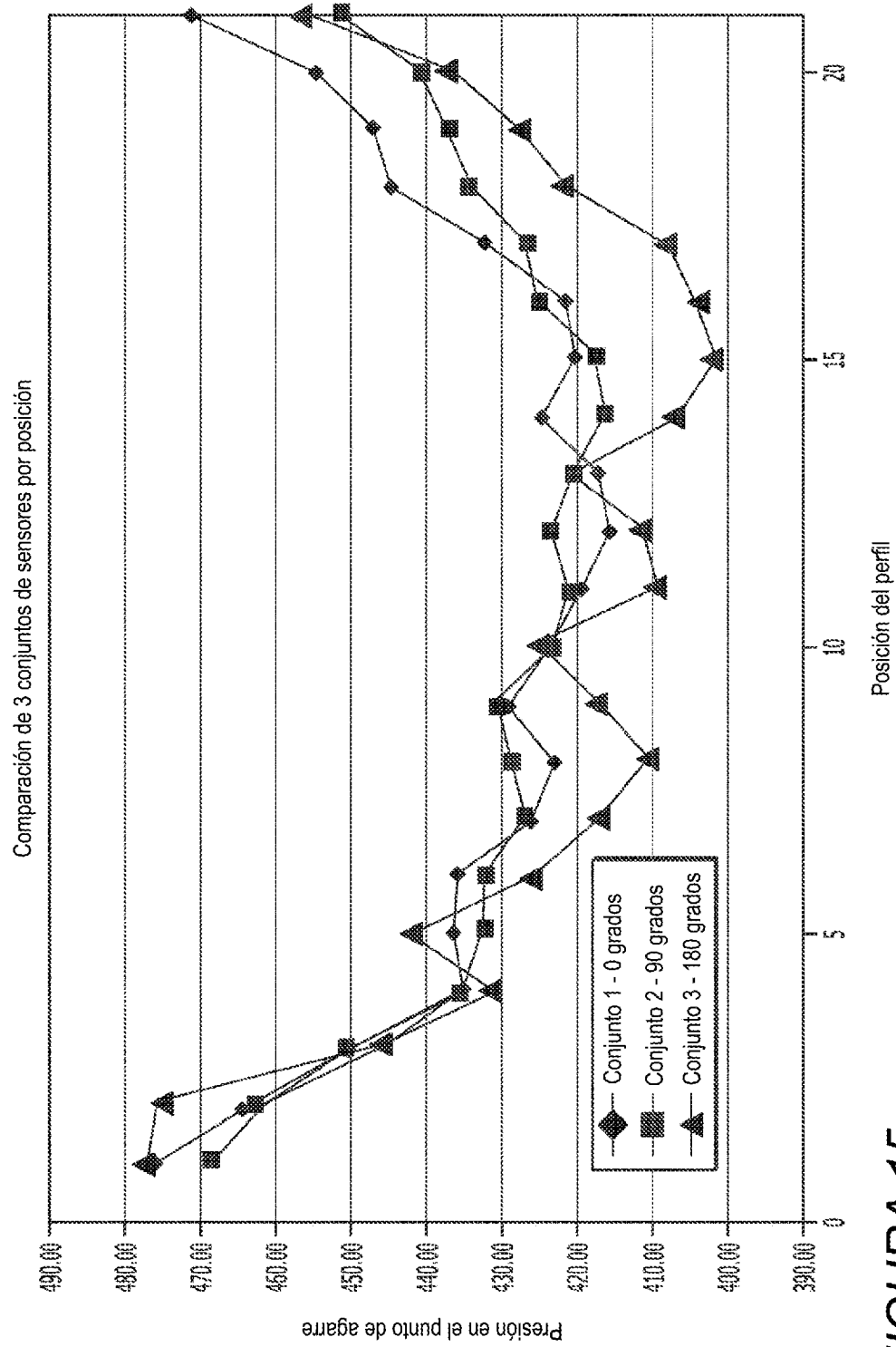


FIGURA 15