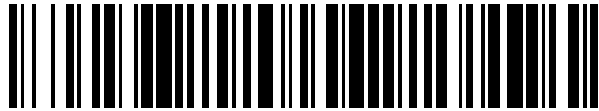


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 487 498**

51 Int. Cl.:

B41F 33/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2006 E 06831898 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.06.2014 EP 1965982**

54 Título: **Método para detectar la aparición de errores de impresión en sustratos impresos durante el procesamiento de los mismos en una prensa de imprenta**

30 Prioridad:

25.11.2005 EP 05111342
19.06.2006 EP 06115689

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.08.2014

73 Titular/es:

KBA-NOTASYS SA (100.0%)
AVENUE DU GREY 55 CASE POSTALE 347
1000 LAUSANNE 22, CH

72 Inventor/es:

LOHWEG, VOLKER;
SCHAEDE, JOHANNES GEORG y
TÜRKE, THOMAS

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 487 498 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para detectar la aparición de errores de impresión en sustratos impresos durante el procesamiento de los mismos en una prensa de imprenta

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere de manera general a inspección de la calidad de sustratos impresos que se procesan en prensas de imprenta. Más específicamente, la presente invención se refiere a inspección en línea de sustratos impresos, tales como bobinas de papel continuo u hojas impresas, es decir métodos de detección de aparición de errores de impresión en sustratos impresos durante el procesamiento de los mismos en una prensa de imprenta. La presente invención se dirige en particular a detección de aparición de errores de impresión en sustratos impresos para la producción de documentos de seguridad, especialmente billetes de banco.

Antecedentes de la invención

- 15 Durante la fabricación de productos impresos, típicamente se toman medidas para asegurar un cierto nivel de cualidad de impresión. Esto es particularmente cierto en el campo de impresión de seguridad donde los estándares de calidad que se deben alcanzar por los productos finales, es decir billetes de banco, documentos de seguridad y similares, son muy altos. La inspección de calidad de productos impresos se limita convencionalmente a la inspección óptica del producto impreso. Tal inspección óptica se puede realizar como un proceso fuera de línea, es decir después de que los productos impresos se han procesado en la prensa de imprenta, o, más frecuentemente, como un proceso en línea, es decir en la prensa de imprenta donde se lleva a cabo la operación de impresión.

- 20 Los sistemas de inspección óptica que se adaptan básicamente para inspeccionar para inspeccionar productos impresos en su conjunto ya están disponibles en el mercado. Estos sistemas de inspección típicamente trabajan en el dominio RGB en base a los que van a ser ahora designados como métodos clásicos de inspección basados en umbral. Tales métodos de inspección se describen por ejemplo en las Patentes de EE.UU. N° 5.384.859 y N° 5.317.390. Estas publicaciones describen los denominados métodos de inspección de umbral o diferencia de píxeles icónica, es decir métodos de inspección que se basan en el análisis de diferencias de densidad de píxeles entre imágenes de muestra de los productos impresos e imágenes de referencia. Los parámetros umbral se definen normalmente en base a una comparación de varias imágenes maestras, por las cuales se determinan valores medios o desviaciones estándar en regiones locales de las imágenes y se atribuyen los umbrales o tolerancias correspondientes. Estos valores y tolerancias se comparan entonces con los valores de imagen actuales medidos en imágenes de muestra del material inspeccionado.

- 30 Los métodos de inspección de umbral anteriores presentan un cierto número de desventajas como se describe en detalle en lo sucesivo. Estos métodos de inspección se pueden adaptar para inspección de documentos de seguridad, pero bajo ciertas condiciones. Los métodos de inspección basados en umbral no son directamente adecuados para la inspección de documentos de seguridad, ya que los documentos de seguridad se imprimen usando procesos de impresión específicos (tales como impresión de huecograbado por ejemplo) que no se usan comúnmente en impresión comercial. Los métodos convencionales de inspección basados en umbral se deben adaptar por consiguiente a los rasgos de impresión específicos de los documentos de seguridad. El documento DE 10132266 A1 describe un método de inspección en una prensa de imprenta.

- 40 Según el estado actual de la técnica, se usan normalmente técnicas de procesamiento de imágenes por umbral icónico (se describen en las Patentes de EE.UU. mencionadas anteriormente N° 5.384.859 y N° 5.317.390) debido a las tasas de producción altas. Estos métodos no obstante tienen la desventaja de que fluctuaciones altas, pero sin embargo tolerables durante el proceso de producción pueden conducir a detección de pseudo-errores en regiones de las imágenes inspeccionadas donde está presente un cambio abrupto de contraste. A fin de impedir que ocurran tales pseudo-errores, las citadas regiones que se caracterizan por cambios abruptos de contraste se representan típicamente insensibles a detección de errores (es decir atribuyendo tolerancias altas a estas regiones) de manera que se puede estabilizar el proceso de inspección. La detección de errores en las regiones que tienen cambios abruptos de contraste se hace de esta manera casi imposible.

- 50 Otros métodos de inspección óptica son conocidos en la técnica. Las patentes europeas EP 0 730 959 y EP 0 985 531 por ejemplo describen métodos de inspección que se basan en modelos "elásticos" que tienen en cuenta posibles deformaciones de los sustratos impresos. Los métodos de inspección perceptiva que simulan de una forma rudimentaria la percepción de la visión humana también son conocidos a partir de la solicitud de patente internacional WO 2004/017034 y a partir de la solicitud de patente alemana DE 102 08 285. También son conocidos en la técnica métodos estadísticos basados en un análisis estadístico de patrones de imagen pero no han mostrado un rendimiento suficientemente satisfactorio.

- 55 Los métodos de inspección óptica anteriores están por definición limitados a inspección de la calidad óptica de los productos impresos, tales como si se ha aplicado demasiada o poca tinta sobre el material impreso, si la densidad de la tinta aplicada es aceptable, si la distribución espacial de la tinta aplicada es correcta, etc. Mientras que estos sistemas están adaptados para detectar tales errores de impresión de una manera relativamente eficiente, los

5 sistemas de inspección conocidos son incapaces no obstante de realizar una detección temprana de errores de impresión de creación progresiva. Tales errores de impresión no ocurren de una manera abrupta, sino más bien de una manera progresiva y acumulativa. Estos errores de impresión típicamente ocurren debido a una degradación o desviación gradual del comportamiento de la prensa de imprenta. Como los sistemas de inspección óptica presentan inherentemente tolerancias de inspección, los errores de impresión solamente se detectarán después de un cierto periodo de tiempo, cuando se exceden las tolerancias del sistema de inspección óptica.

10 Los operadores de prensas de imprenta experimentados pueden ser capaces de identificar la degradación o desviación en el comportamiento de la prensa de imprenta que podría conducir a la aparición de errores de impresión, por ejemplo en base a los ruidos característicos producidos por la prensa de imprenta. Esta capacidad no obstante es altamente dependiente en la experiencia real, saber hacer y atención del personal técnico que opera la prensa de imprenta. Adicionalmente, la capacidad de detectar tales cambios en el comportamiento de la prensa de imprenta es intrínsecamente dependiente de las fluctuaciones de personal, tales como reorganización del personal, marcha o jubilación de personal clave, etc. Además, como esta experiencia técnica está basada en lo humano hay un alto riesgo de que este conocimiento se perderá con el tiempo, el único remedio disponible que consiste en asegurar el almacenamiento en una forma u otra del conocimiento técnico relevante y la formación adecuada del personal técnico.

Compendio de la invención

20 Hay por lo tanto una necesidad de un sistema de inspección mejorado que no esté meramente restringido a la inspección óptica del producto final impreso, sino que pueda tener en cuenta otros factores distintos de los criterios de calidad óptica.

Un objeto general de la presente invención es de esta manera mejorar las técnicas de inspección conocidas y proponer una metodología de inspección que puede asegurar un control exhaustivo de la calidad de los sustratos impresos procesados por prensas de imprenta, especialmente prensas de imprenta que se diseñan para procesar sustratos usados en el curso de la producción de billetes de banco, documentos de seguridad y similares.

25 Adicionalmente, un objeto de la presente invención es proponer un método que es adecuado para ser implementado como un sistema experto diseñado para facilitar la operación de la prensa de imprenta. En este contexto, es particularmente deseado proponer una metodología que se pueda implementar en un sistema experto adaptado para predecir la aparición de errores de impresión y/o proporcionar una explicación de la causa probable de los errores de impresión, en caso de que estos ocurran.

30 Estos objetos se logran por los métodos y el sistema experto definido en las reivindicaciones anexas. También se reivindica una prensa de imprenta equipada con el sistema experto.

35 Por consiguiente, se proporciona un método para detección de aparición de errores de impresión en sustratos impresos durante el procesamiento de los mismos en una prensa de imprenta que comprende los pasos de proporcionar múltiples sensores en los componentes funcionales de la prensa de imprenta para monitorizar el comportamiento de la prensa de imprenta durante el procesamiento de los sustratos impresos y realizar un análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta para determinar la aparición de un comportamiento característico de la prensa de imprenta que conduce o es probable que conduzca a la aparición de errores de impresión en los sustratos impresos o que conduce o es probable que conduzca a una buena calidad de impresión de los sustratos impresos.

40 En el contexto de la presente invención, el sistema experto básicamente comprende los múltiples sensores acoplados a los componentes funcionales de la prensa de imprenta para monitorizar el comportamiento de la prensa de imprenta durante el procesamiento de los sustratos impresos, y un sistema de procesamiento acoplado a dichos sensores para realizar un análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta, cuyo sistema de procesamiento se adapta a llevar a cabo el método anterior.

45 Ventajosamente, el método anterior comprende acoplar el análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta con una inspección óptica en línea de los sustratos impresos. Una inspección óptica en línea incluye (i) adquirir ópticamente imágenes de los sustratos impresos procesados en la prensa de imprenta, y (ii) procesar las imágenes adquiridas de los sustratos impresos a fin de identificar una posible aparición de errores de impresión en los sustratos impresos.

50 Según una realización, un análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta se acopla a una inspección óptica en línea de los sustratos impresos de manera que emita una alerta temprana de la aparición probable de errores de impresión tras la determinación de un comportamiento defectuoso o anormal de la prensa de imprenta mientras que las imágenes adquiridas se determina aún que están desprovistas de errores de impresión. En otras palabras, el comportamiento de la prensa de imprenta se monitoriza mientras que los sustratos impresos se inspeccionan ópticamente para comprobar la calidad de impresión de los mismos y, si se detecta un comportamiento de prensa de imprenta defectuoso o anormal, se proporciona una indicación temprana de una futura posible aparición de errores de impresión. Gracias a esta realización, la alerta temprana de la posible aparición de errores

de impresión permite a un operador de prensa de imprenta hacer cambios adecuados a la prensa de imprenta para impedir la aparición de los errores de impresión o limitar tanto como sea posible la cantidad de tiempo entre la aparición real de los errores de impresión y los cambios correctivos a la prensa de imprenta.

5 Según otra realización, un análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta se acopla a una inspección óptica en línea de los sustratos impresos de tal manera que proporciona una indicación de la causa probable de la aparición de los errores de impresión. En otras palabras, en caso de que se detecten errores de impresión por el sistema de inspección óptico, se puede dar una o más explicaciones de la causa posible de los errores de impresión en base al análisis del comportamiento de prensa de imprenta durante el procesamiento de los sustratos impresos.

10 Un análisis del comportamiento de la prensa de imprenta se realiza preferiblemente modelando los comportamientos característicos de la prensa de imprenta usando sensores situados adecuadamente para detectar parámetros de operación de los componentes funcionales de la prensa de imprenta que se explotan como parámetros representativos de los citados comportamientos característicos. Estos comportamientos característicos comprenden:

- comportamientos defectuosos o anormales de la prensa de imprenta que conducen o es probable que conduzcan a la aparición de errores de impresión; y/o

15 - comportamientos definidos (o comportamientos normales) de la prensa de imprenta que conduce o es probable que conduzcan a una buena calidad de impresión.

20 Además, los comportamientos característicos de la prensa de imprenta se pueden modelar con vistas a reducir falsos errores o seudo-errores, es decir errores que se detectan falsamente por el sistema de inspección óptica como se mencionó anteriormente, y optimizar los denominados errores alfa y beta. Un error alfa se entiende que es la probabilidad de encontrar hojas malas en una pila de hojas buenas, mientras que un error beta se entiende que es la probabilidad de encontrar hojas buenas en una pila de hojas malas. Según la invención, el uso de una disposición de múltiples sensores (es decir un sistema de sensores con múltiples canales de medición) permite reducir eficientemente dichos errores alfa y beta.

25 En este caso, la determinación de si los parámetros de operación detectados de los componentes funcionales de la prensa de imprenta son indicativos de un comportamiento defectuoso o anormal de la prensa de imprenta se lleva a cabo monitorizando los parámetros de operación de los componentes funcionales de la prensa de imprenta durante el procesamiento de los sustratos impresos en la prensa de imprenta y determinando si los parámetros de operación monitorizados son indicativos de cualquiera de los comportamientos característicos modelados de la prensa de imprenta.

30 Un modelado de comportamientos defectuosos o anormales de la prensa de imprenta preferiblemente incluye:

- definir una pluralidad de clases de errores de impresión que pueden ocurrir en la citada prensa de imprenta;

- para cada clase de errores de impresión, determinar los parámetros de operación de la prensa de imprenta que caracterizan un comportamiento defectuoso o anormal de la prensa de imprenta que conduce o probablemente conduzca a la aparición de los errores de impresión; y

35 - para cada clase de errores de impresión; definir un modelo correspondiente del comportamiento defectuoso o anormal de la prensa de imprenta en base a los parámetros de operación que se determinan que están caracterizando el citado comportamiento defectuoso o anormal.

40 En este último caso, la determinación de si los parámetros de operación detectados de los componentes funcionales de la prensa de imprenta son indicativos de un comportamiento defectuoso o anormal de la prensa de imprenta se lleva a cabo determinando si los parámetros de operación monitorizados muestran una correspondencia con cualquiera de los modelos definidos de los comportamientos defectuosos o anormales de la prensa de imprenta.

45 Se usan preferiblemente técnicas de clasificación de patrón difuso a fin de implementar el análisis del comportamiento de la máquina. En otras palabras, se usan conjuntos de reglas de lógica difusa para caracterizar los comportamientos de la prensa de imprenta y modelar las diversas clases de errores de impresión que es probable que aparezcan en la prensa de imprenta. Una vez que se han definido estas reglas de lógica difusa, éstas se pueden aplicar a monitorizar el comportamiento de la prensa de imprenta e identificar una correspondencia posible con cualquier comportamiento de prensa de imprenta que está conduciendo o probablemente conduzca a la aparición de errores de impresión.

Realizaciones ventajosas de la invención son la materia objeto de las reivindicaciones dependientes.

50 Breve descripción de los dibujos

Otros rasgos y ventajas de la presente invención aparecen más claramente a partir de la lectura de la siguiente descripción detallada de realizaciones de la invención que se presentan únicamente a modo de ejemplos no restrictivos y se ilustran por los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 es una vista lateral de una prensa de imprenta de huecograbado como se ve desde un lado de accionamiento;

La Figura 2 es una vista lateral agrandada de la unidad de impresión de la prensa de imprenta de huecograbado de la Figura 1;

5 La Figura 3 es un diagrama esquemático de un sistema de clasificación de patrón difuso para realizar un análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta;

La Figura 4 es una imagen ejemplar de una hoja impresa tomada por una cámara durante el procesamiento en la prensa de imprenta de huecograbado de la Figura 1, cuya hoja se considera que está cumpliendo los criterios de calidad óptica (es decir una hoja buena);

10 La Figura 4A es una segunda imagen ejemplar de una hoja impresa tomada por una cámara durante el procesamiento en la prensa de imprenta de huecograbado de la Figura 1, cuya hoja contiene errores de impresión debidos a una presión de limpieza inadecuada;

La Figura 4B es una tercera imagen ejemplar de una hoja impresa tomada por una cámara durante el procesamiento en la prensa de imprenta de huecograbado de la Figura 1, cuya hoja contiene errores de impresión debidos a una superficie de cilindro de limpieza húmeda;

15 La Figura 4C es una cuarta imagen ejemplar de una hoja impresa tomada por una cámara durante el procesamiento en la prensa de imprenta de huecograbado de la Figura 1, cuya hoja contiene errores de impresión debidos a una superficie de cilindro de limpieza sucia;

20 Las Figuras 5A y 5B son dos fotografías de cada lado de la unidad de limpieza de la prensa de imprenta de huecograbado mostrada en las Figura 1 y 2, que muestran los rodamientos de cilindro de limpieza y una disposición de sensor para detección de ruidos/vibraciones producidos por la prensa de imprenta, cuya disposición de sensor se dispone en cada rodamiento del cilindro de limpieza;

La Figura 6 es una ilustración ejemplar de un denominado cepstrum obtenido procesando señales medidas en un rodamiento del cilindro de limpieza; y

25 La Figura 7 es un diagrama que muestra esquemáticamente cómo el cepstrum de la Figura 6 se podría procesar además a fin de extraer una señal procesada que corresponde a la evolución en el tiempo de la amplitud de los valores seleccionados del cepstrum, esto es un valor de "cepstrum por hoja" y un valor de "cepstrum por vuelta" como se ilustra en la Figura 6.

Realizaciones de la invención

30 La invención se describirá ahora en el contexto de una realización específica de una prensa de imprenta de huecograbado alimentada con hojas. Se entenderá que la invención que se define en las reivindicaciones es igualmente aplicable a otros tipos de prensas de imprenta, en particular prensas de imprenta offset. También se entenderá que aunque la prensa de imprenta descrita en lo sucesivo está adaptada para procesar sustratos en forma de hojas sucesivas, la invención también es aplicable a prensas de imprenta alimentadas con bobinas de papel continuo donde los sustratos a ser impresos forman una bobina de papel continuo continua.

35 La Figura 1 muestra una prensa de imprenta alimentada con hojas en forma de una prensa de imprenta de huecograbado 1 que comprende, como es normal en la técnica, un alimentador de hojas 2 para alimentar hojas a ser impresas, una unidad de impresión 3 para imprimir las hojas, aquí mediante impresión de huecograbado, y una unidad de entrega de hojas 4 para recoger las hojas recién impresas. La unidad de impresión 3 está adaptada para impresión de huecograbado y típicamente incluye un cilindro de impresión 7, un cilindro de plancha 8 que transporta las planchas de impresión de huecograbado (en este ejemplo, el cilindro de plancha 8 es un cilindro de tres segmentos que transportan tres planchas de impresión de huecograbado 8a, 8b, 8c – Figura 2), un sistema de entintado 9 para entintar la superficie de las planchas de impresión de huecograbado 8a, 8b, 8c transportadas por el cilindro de placa 8 y una unidad de limpieza 10 para limpiar la superficie entintada de las planchas de impresión de huecograbado 8a, 8b, 8c transportadas por el cilindro de plancha 8 anterior a la impresión de las hojas. Ejemplos similares de prensas de imprenta de huecograbado se describen por ejemplo en la EP 0 091 709, EP 0 406 157 o EP 0 873 866.

40 Las hojas se alimentan desde la unidad alimentadora 2 sobre una tablero de alimentación y luego sobre el cilindro de impresión 7. Las hojas se transportan entonces por el cilindro de impresión 7 al estrechamiento de impresión formado por la ubicación de contacto entre el cilindro de impresión 7 y el cilindro de plancha 8 donde se realiza la impresión de huecograbado. Una vez impresas, las hojas se transfieren desde el cilindro de impresión 7 a un sistema de transporte de hojas 11 a fin de ser entregadas a la unidad de entrega 4. El sistema de transporte de hojas 11 convencionalmente comprende un sistema de transporte sin fin con un par de cadenas sin fin que accionan una pluralidad de barras de agarre separadas para sujetar un borde de conducción de las hojas (el lado recién impreso de las hojas que se orienta hacia abajo en su recorrido a la unidad de entrega 4), las hojas que se

transfieren sucesivamente desde el cilindro de impresión 7 a una correspondiente de las barras de agarre.

5 Durante su transporte a la unidad de entrega de hojas 4, las hojas recién impresas se inspeccionan preferiblemente por un sistema de inspección óptica 5. En el ejemplo ilustrado, el sistema de inspección óptica 5 se dispone ventajosamente en el recorrido del sistema de transporte de hojas 11, justo después de la unidad de impresión 3. Tal sistema de inspección óptica 5 ya es conocido en la técnica y no necesita ser descrito en detalle. Ejemplos de sistemas de inspección óptica adaptados para uso como el sistema de inspección óptica 5 en la prensa de imprenta de huecograbado de la Figura 1 se describen por ejemplo en las solicitudes internacionales WO 97/37329 y WO 03/070465. Otros ejemplos de sistemas de inspección óptica adecuados para realizar inspección óptica de hojas impresas también se podrían encontrar en la EP 0 527 453, EP 0 543 281, WO 97/48556, WO 99/41082, WO 10 02/102595, EP 0 820 864, EP 0 820 865, EP 1 142 712, EP 1 167 034, EP 1 190 855, EP 1 231 057 y EP 1 323 529.

10 El sistema de inspección óptica 5 está adaptado para llevar a cabo una inspección óptica de las hojas impresas y detección de aparición de errores de impresión. Como se mencionó en el preámbulo del presente documento, una inspección por ejemplo se puede llevar a cabo según los principios descritos en las Patentes de EE.UU. N° US 5.317.390 y 5.384.859 (ver también la EP 0 527 285 y EP 0 540 833) o cualquier otro principio de inspección óptica adecuado.

15 Antes de la entrega, las hojas impresas se transportan preferiblemente en la parte delantera de una unidad de secado 6 dispuesta después del sistema de inspección 5 a lo largo del recorrido de transporte del sistema de transporte de hojas 11. El secado se podría realizar posiblemente anterior a la inspección óptica de las hojas.

20 Dependiendo del resultado de la inspección óptica, las hojas buenas, es decir las hojas que se considera que son aceptables desde el punto de vista de calidad de impresión que sigue a la impresión, se entregan a una de dos pilas de entrega de hojas (una pila que está alimentada mientras que la otra puede ser vaciada de hojas entregadas previamente). Las hojas malas, es decir las hojas que no se considera que sean aceptables desde el punto de vista de calidad de impresión que sigue a la inspección, se entregan a una tercera pila de entrega de hojas.

25 La Figura 2 es una vista esquemática de la unidad de impresión 3 de la prensa de imprenta de huecograbado 1 de la Figura 1. Como ya se mencionó, la unidad de impresión 3 incluye básicamente el cilindro de impresión 7, el cilindro de plancha 8 con sus planchas de impresión de huecograbado 8a, 8b, 8c, el sistema de entintado 9 y la unidad de limpieza 10.

30 El sistema de entintado 10 comprende en este ejemplo cuatro dispositivos de entintado, tres de los cuales cooperan con un cilindro de recogida de tinta común o cilindro Orlof 9.5 (aquí un cilindro de dos segmentos) que contacta el cilindro de plancha 8. El cuarto dispositivo de entintado está dispuesto para contactar directamente la superficie del cilindro de plancha 8. Se entenderá que el sistema de entintado ilustrado 9 está adaptado por consiguiente tanto para el entintado indirecto como directo del cilindro de plancha 8. Los dispositivos de entintado cooperan con el cilindro de recogida de tinta 9.5 cada uno que incluye un conducto de tinta 9.10, 9.20, 9.30 que coopera en este ejemplo con un par de rodillos de entintado 9.11, 9.21 y 9.31, respectivamente. Cada par de rodillos de entintado 35 9.11, 9.21, 9.31 a su vez entinta un cilindro shablon (también designado como cilindro de entintado selectivo) 9.13, 9.23, 9.33, respectivamente, que está en contacto con el cilindro de recogida de tinta 9.5. En cuanto al cuarto dispositivo de entintado, incluye un conducto de tinta 9.40, un rodillo de entintado adicional 9.44, un par de rodillos de entintado 9.41 y un cilindro de shablon 9.42, este último cilindro que está en contacto con el cilindro de plancha 8. El rodillo de tinta adicional 9.44 es necesario en este último caso ya que el cuarto dispositivo de entintado 9.4 se usa para entintar directamente la superficie del cilindro de plancha 8 que gira en dirección opuesta comparado con el cilindro de recogida de tinta 9.5. Como es normal en la técnica, la superficie de los cilindros de shablon 9.13, 9.23, 9.33 y 9.43 se estructura para presentar partes en relieve que corresponden a las áreas de las planchas de impresión de huecograbado 8a, 8b, 8c destinadas a recibir las tintas en los colores correspondientes suministrados por los dispositivos de entintado respectivos.

40 La unidad de limpieza 10, por otra parte, comprende preferiblemente un depósito de limpieza 10.1 (que se mueve hacia y lejos del cilindro de plancha 8), un cilindro de limpieza 10.2 dispuesto en el depósito de limpieza y que contacta el cilindro de plancha 8, al menos una primera cuchilla (o cuchilla seca) 10.3 que contacta la superficie del cilindro de limpieza 10.2 para eliminar los residuos de tinta limpiados de la superficie del cilindro de limpieza 10.2, medios de limpieza 10.4 para aplicar a una solución de limpieza sobre la superficie del cilindro de limpieza 10.2, y una cuchilla de secado 10.5 que contacta la superficie del cilindro de limpieza 10.2 para eliminar los residuos de la solución de limpieza de la superficie del cilindro de limpieza 10.2. Los medios de limpieza 10.4 típicamente incluyen un grupo de dispositivos de pulverización y cepillos de limpieza para pulverizar la solución de limpieza sobre la superficie del cilindro de limpieza 10.2 y limpiar la superficie del cilindro de limpieza 10.2.

45 La primera cuchilla u cuchilla seca 10.3 típicamente elimina aproximadamente el 80% de los residuos de tinta de la superficie del cilindro de limpieza 10.2, mientras que los medios de limpieza 10.4 eliminan la parte restante de los residuos de tinta bajo la acción de la solución de limpieza pulverizada y los cepillos de limpieza. La cuchilla de secado 10.5, por otra parte, tiene el propósito de secar la superficie del cilindro de limpieza 10.2 y eliminar los residuos de solución de limpieza de la superficie del mismo para impedir que tales residuos de solución de limpieza contaminen la superficie del cilindro de plancha.

Las unidades de limpieza del tipo que comprenden dispositivos de pulverización y cepillos de limpieza como se mencionó anteriormente se describen además, por ejemplo, en la Patente US 4.236.450, EP 0 622 191 y WO 03/093011. Se podrían prever otros tipos de unidades de limpieza, tales como las unidades de limpieza de tipo inmersión que se describen en la CH 415 694, US 3.468.248 y US 3.656.431 en donde el cilindro de limpieza está parcialmente inmerso en la solución de limpieza.

Como ya se mencionó, según el estado actual de la técnica, la calidad de impresión de las hojas impresas se controla típicamente únicamente por medio de un sistema de inspección óptica que está adaptado para adquirir ópticamente imágenes de las hojas impresas y determinar, en base a un procesamiento de estas imágenes adquiridas, la aparición de errores de impresión en las hojas impresas. Como se trató en el preámbulo de la presente memoria, una inspección óptica del producto final impreso inherentemente tiene varios problemas, en particular no es capaz de proporcionar una alerta temprana de la aparición de errores de impresión ni una explicación de la causa probable de estos errores de impresión.

Según la presente invención, los defectos inherentes de una inspección óptica se superan realizando un análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta durante el procesamiento de las hojas impresas. Para este fin, la prensa de imprenta a ser monitorizada se dota con múltiples sensores que se disponen en componentes funcionales de la prensa de imprenta. Como estos sensores se destinan a monitorizar el comportamiento de la prensa de imprenta durante el procesamiento de los sustratos impresos, los sensores se deben seleccionar adecuadamente y ser dispuestos en componentes funcionales adecuados de la prensa de imprenta. La selección real de los sensores y la ubicación de los mismos en la prensa de imprenta dependerán de la configuración de la prensa de imprenta de la que uno desea monitorizar el comportamiento. Estos no serán los mismos, por ejemplo, que para una prensa de imprenta de huecograbado y para una prensa de imprenta de offset ya que los comportamientos de estas máquinas no son idénticos.

No es necesario estrictamente hablando proporcionar sensores en cada y todo componente funcional de la prensa de imprenta. Más bien, los sensores se deben elegir y situar de tal manera que detecten parámetros de operación de componentes funcionales seleccionados de la prensa de imprenta que permiten una descripción suficientemente precisa y representativa de los diversos comportamientos de la prensa de imprenta. Preferiblemente, los sensores se deberían seleccionar y colocar de tal manera que detecten y monitoricen parámetros de operación que estén tan descorrelacionados entre sí como sea posible. De hecho, cuanto menos correlacionados están los parámetros de operación, más precisa será la definición del comportamiento de la prensa de imprenta. Por ejemplo, monitorizar las velocidades de rotación respectivas de dos cilindros que se accionan por un accionador común no será como tal muy útil ya que los dos parámetros están enlazados directamente entre sí. Por el contrario, monitorizar la corriente consumida por un motor eléctrico usado como un medio de accionamiento de la prensa de imprenta y la presión de contacto entre dos cilindros de la prensa de imprenta proporcionará una mejor descripción del comportamiento de la prensa de imprenta.

Adicionalmente, la selección y ubicación de los sensores se debería hacer en vista del conjunto real de patrones de comportamiento que uno desea monitorizar y de las clases de errores de impresión que uno desea detectar. Como regla general, se apreciará que los sensores se podrían proporcionar en la prensa de imprenta a fin de detectar cualquier combinación de los siguientes parámetros de operación:

- velocidad de procesamiento de la prensa de imprenta, es decir la velocidad a la que la prensa de imprenta procesa los sustratos impresos;
- velocidad de rotación de un cilindro o rodillo de la prensa de imprenta;
- corriente consumida por un motor eléctrico que acciona los cilindros de la unidad de impresión de la prensa de imprenta;
- temperatura de un cilindro o rodillo de la prensa de imprenta;
- presión entre dos cilindros o rodillos de la prensa de imprenta;
- restricciones en los rodamientos de un cilindro o rodillo de la prensa de imprenta;
- consumo de tintas o fluidos en la prensa de imprenta; y/o
- posición o presencia de los sustratos procesados en la prensa de imprenta (esta última información es particularmente útil en el contexto de prensas de imprenta que comprenden varias planchas de impresión y/o mantillas de impresión ya que el comportamiento de impresión cambia de una plancha o mantilla de impresión a la siguiente).

Dependiendo de la configuración particular de la prensa de imprenta, podría ser útil monitorizar otros parámetros de operación. Por ejemplo, en el caso de una prensa de imprenta de huecograbado, la monitorización de componentes clave de la unidad de limpieza ha demostrado ser particularmente útil a fin de derivar un modelo representativo del comportamiento de la prensa de imprenta ya que muchos problemas de impresión en prensas de imprenta de

huecograbado son debidos a un comportamiento defectuoso o anormal de la unidad de limpieza.

En el contexto de la prensa de imprenta de huecograbado 1 de la Figura 1, se considerarán de esta manera los siguientes parámetros de operación como regla general:

- 5 - velocidad de procesamiento de la prensa de imprenta de huecograbado 1 – se entenderá que el comportamiento de la prensa de imprenta de huecograbado (como para otros tipos de prensas de imprenta) dependerá de la velocidad a la que procesa las hojas (o bobinas de papel continuo);
- 10 - corriente consumida por un motor eléctrico usado como medio de accionamiento de la unidad de impresión 3 de la prensa de imprenta de huecograbado 1 – de nuevo, dependiendo del comportamiento de la prensa de imprenta, la corriente consumida por el motor eléctrico que acciona los cilindros de la unidad de impresión 3 variará de una forma característica;
- 15 - velocidad de rotación del cilindro de impresión 7, del cilindro de plancha 8 y/o de un cilindro o rodillo del sistema de entintado 9 o de la unidad de limpieza 10 (tal como los rodillos de entintado 9.11, 9.12, 9.21, 9.22, 9.31, 9.32, 9.41, 9.42, los cilindros de shablon 9.13, 9.23, 9.33, 9.43, el cilindro de recogida 9.5 y/o el cilindro de limpieza 10.2) – la velocidad de rotación no puede ser tan crucial como otros parámetros de operación de la prensa de imprenta pero podría constituir sin embargo una información descriptiva útil del comportamiento de la prensa de imprenta;
- 20 - temperatura del cilindro de impresión 7, del cilindro de plancha 8 y/o de un cilindro o rodillo del sistema de entintado 9 o la unidad de limpieza 10 (tales como los rodillos de entintado 9.11, 9.12, 9.21, 9.22, 9.31, 9.32, 9.41, 9.42, los cilindros de shablon 9.13, 9.23, 9.33, 9.43, el cilindro de recogida 9.5 y/o el cilindro de limpieza 10.2) – la temperatura es de nuevo un parámetro de operación útil para describir el comportamiento de la máquina; esto es particularmente cierto en el caso de prensas de imprenta de huecograbado donde el cilindro de plancha 8 está típicamente termo-regulado para asegurar que su temperatura se mantiene a un nivel sustancialmente constante (que es típicamente del orden de 80°C); una temperatura demasiado baja del cilindro de plancha 8 podría causar por ejemplo problemas de compensación ya que la tinta no ha comenzado a curar;
- 25 - presión de impresión entre el cilindro de plancha 8 y el cilindro de impresión 7 - la presión de impresión es particularmente característica en impresión de huecograbado, la presión de contacto que alcanza típicamente presiones de línea del orden de 10.000 N/cm;
- 30 - presión de limpieza entre el cilindro de plancha 8 y la unidad de limpieza 10 - una presión de limpieza inadecuada o variaciones de la presión de limpieza de una prensa de imprenta de huecograbado podría ser la causa de diversos errores de impresión; la presión de limpieza de esta manera constituye un parámetro particularmente útil en el contexto de las prensas de imprenta de huecograbado;
- 35 - presión de contacto entre el cilindro de plancha 8 y el sistema de entintado 9 (tal como la presión de contacto entre el cilindro de recogida de tinta 9.5 y el cilindro de plancha 8 o entre el cilindro de shablon 9.43 y el cilindro de plancha 8) – como con la presión de impresión y la presión de limpieza, la presión de contacto inadecuada (o variaciones de la misma) entre el cilindro de plancha y el sistema de entintado de una prensa de huecograbado podría ser la fuente de problemas de entintado y por lo tanto de errores de impresión;
- 40 - parámetros de operación de la unidad de limpieza 10 – además de la presión de limpieza mencionada anteriormente, otros parámetros de operación de la unidad de limpieza (que se enumeran en lo sucesivo) parecen ser útiles para modelar el comportamiento de la prensa de imprenta, en particular en lo que se refiere a disfunciones de limpieza; y/o
- 45 - parámetros de operación del sistema de entintado 9 – de nuevo, además de la presión de contacto entre el sistema de entintado 9 y el cilindro de plancha 8, los parámetros de operación relacionados con el suministro de tinta en el sistema de entintado 9 (tales como la cantidad de tinta en los conductos de tinta, la cantidad de tinta transferida sobre los diversos rodillos de entintado, las propiedades físico-químicas de la tinta, tales como temperatura, viscosidad, ..., etc.) podrían ser la fuente de errores de impresión.

Más concretamente, en el contexto de comportamientos de máquina defectuosos o anormales que son debidos a una disfunción en la operación de la unidad de limpieza de una prensa de imprenta de huecograbado, se considerarán los siguientes parámetros de operación como parámetros representativos del comportamiento de la prensa de imprenta:

- 50 - presión de limpieza entre el cilindro de limpieza 10.2 y el cilindro de plancha 8;
- flujo de solución de limpieza en la unidad de limpieza 10;
- propiedades físico-químicas de la solución de limpieza (tales como temperatura de la solución de limpieza, composición química de la solución de limpieza, etc.);

- presión de cuchilla entre la cuchilla seca 10.3 y el cilindro de limpieza 10.2 o entre la cuchilla de secado 10.5 y el cilindro de limpieza 10.2;

- la posición de cuchilla de la cuchilla seca 10.3 o de la cuchilla de secado 10.5 con respecto al cilindro de limpieza 10.2; y/o

5 - restricciones en los rodamientos del cilindro de limpieza 10.2;

Las listas mencionadas anteriormente de parámetros de operación se considerarán por supuesto como listas no exhaustivas.

10 Los inventores han encontrado que, en base a combinaciones adecuadas de los parámetros de operación anteriores, es posible modelar el comportamiento de la prensa de imprenta e identificar si el comportamiento monitorizado de la prensa de imprenta evoluciona o no hacia un comportamiento anormal o defectuoso que conduce o es probable que conduzca a la aparición de errores de impresión. Por consiguiente, realizando un análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta durante la impresión y/o procesamiento de los sustratos es posible determinar la aparición de un comportamiento defectuoso o anormal que tendrá o es probable que tenga un impacto en la calidad de impresión de los sustratos impresos.

15 Preferiblemente, el análisis en línea propuesto del comportamiento de la prensa de imprenta implica realizar un análisis de tendencias del comportamiento de la prensa de imprenta. En otras palabras, en lugar de mirar el comportamiento de la prensa de imprenta en un cierto punto en el tiempo, el análisis se realiza durante una larga duración (es decir durante el procesamiento de varios sustratos impresos sucesivos). Tal análisis de tendencias es preferible porque permite la identificación de una desviación o degradación gradual del comportamiento de la prensa de imprenta.

20 Preferiblemente, el análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta se basa en técnicas de clasificación de patrón difuso. En términos generales, la clasificación (o reconocimiento) de patrón es una técnica conocida que concierne a la descripción o clasificación de mediciones. La idea detrás de la clasificación de patrón es definir los rasgos comunes o propiedades entre un conjunto de patrones (es este caso los diversos comportamientos que puede presentar una prensa de imprenta) y clasificarlos en diferentes clases predeterminadas según un modelo de clasificación determinado. De manera más precisa, dentro del alcance de la presente invención, la idea es definir un modelo de clasificación que permita la clasificación de los posibles comportamientos de una prensa de imprenta dada en diferentes clases de comportamientos (o patrones de comportamiento) que corresponden a clases específicas de errores de impresión.

25 Las técnicas de modelado clásicas normalmente intentan evitar reglas descriptivas vagas, imprecisas o inciertas. Los sistemas difusos hacen uso deliberadamente de tales reglas descriptivas. En lugar de seguir un planteamiento binario en donde se definen patrones mediante reglas de "correcto" o "equivocado", los sistemas difusos usan reglas relativas "si-entonces" del tipo "si el parámetro alfa es igual a / mayor que / menor que el valor beta, entonces el evento A siempre / a menudo / algunas veces / nunca ocurre". Los descriptores "siempre", "a menudo", "algunas veces", "nunca" en la regla ejemplar anterior se designan típicamente como "modificadores lingüísticos" y se usan para modelar el patrón deseado en un sentido de verdad gradual. Esto conduce a modelos más simples, más adecuados que son más fáciles de manejar y más familiares al pensamiento humano.

30 Los inventores han identificado que los sistemas difusos son particularmente muy adecuados para el problema de modelar los patrones de un comportamiento que varía infinitamente a priori de las prensas de imprenta. La clasificación de patrón difuso en particular es una forma efectiva de describir y clasificar los comportamientos de prensa de imprenta en un número limitado de clases. La clasificación de patrón difuso divide típicamente el espacio de entrada (en el caso presente las variables – o parámetros de operación – detectados por los múltiples sensores proporcionados en componentes funcionales de la prensa de imprenta) en categorías o clases de patrón y asigna un patrón dado a una de estas categorías. Si un patrón no encaja directamente dentro de una categoría dada, se notifica una denominada "bondad de ajuste". Empleando conjuntos difusos como clases de patrón, es posible describir el grado al que pertenece un patrón a una clase o a otra. Viendo cada categoría como un conjunto difuso e identificando un conjunto de reglas difusas "si-entonces" como operadores de asignación, se realiza una relación directa entre el conjunto difuso y la clasificación de patrón.

35 La Figura 3 es una vista esquemática de la arquitectura de un sistema de clasificación difuso para implementar el análisis de comportamiento de la prensa de imprenta según la presente invención. Los parámetros de operación P1 a Pn detectados por la disposición de múltiples sensores se procesan previamente opcionalmente anterior a la alimentación de los mismos en el clasificador de patrón. Tal procesamiento previo puede incluir en particular una transformación espacial de algunas de las señales sacadas por los sensores (como se explica en lo sucesivo), en particular señales donde uno espera encontrar patrones característicos que son representativos del comportamiento de la prensa de imprenta. Tal transformación espectral se contemplará en particular para procesar las señales representativas de vibraciones o ruidos producidos por la prensa de imprenta, tales como los patrones de ruidos/vibraciones característicos de prensas de imprenta de huecograbado por ejemplo. El clasificador de patrón difuso, como ya se mencionó, se implementa básicamente como conjuntos de reglas difusas "si-entonces" que

- emulan el pensamiento humano que se diseñan para trazar enlaces entre el comportamiento de la prensa de imprenta representado por los parámetros de operación introducidos (y opcionalmente procesados previamente) P1 a Pn y varias clases de patrón determinadas que se asignan cada una a una clase correspondiente de errores de impresión. Cuando se alimenta con los parámetros de operación monitorizados P1 a Pn proporcionados por la disposición de múltiples sensores, se realiza una clasificación en las clases de patrón predefinidas y las clases asociadas de errores de impresión. Para cada clase de patrón se atribuye preferiblemente un valor o peso de "pertenencia" correspondiente (también llamado "valor de puntuación" o "bondad de valor de ajuste") en dependencia de la correspondencia entre el comportamiento de prensa de imprenta monitorizado que se representa por los parámetros de operación de entrada P1 a Pn y el conjunto difuso de reglas que definen la clase de patrón.
- 10 Diversos modelos difusos son conocidos como tales por los expertos en la técnica. Estos incluyen en particular los denominados modelos de "Clasificación de Patrón Difuso" (FPC), modelos "Takagi-Sugeno" y similares. En general, se puede diseñar con la ayuda de reglas difusas "lingüísticas". Además, se puede diseñar un modelado de salida de diferentes formas, por ejemplo usando métodos de "centro de gravedad", métodos basados en "instancia única", y similares. Dentro del alcance de la presente invención, las técnicas de modelado difuso "lingüístico" y funciones de salida basadas en "instancia única" parecen ser las más adecuadas para el propósito de la clasificación del comportamiento de la prensa de imprenta.
- 15 Volviendo al ejemplo de la prensa de imprenta de huecograbado, se pueden definir determinadas clases de errores de impresión que pueden ocurrir en la prensa de imprenta. En aras de la explicación, vamos a enumerar las principales clases de errores que pueden darse en la prensa de imprenta de huecograbado 1 de la Figura 1 y que serían debidos a disfunciones en el funcionamiento de la unidad de limpieza 10:
- 20 clase A: errores de impresión debidos a presión de limpieza insuficiente o inadecuada entre el cilindro de limpieza 10.2 y el cilindro de plancha 8 – una presión de limpieza insuficiente conduce típicamente a áreas inadecuadamente limpiadas en la superficie del cilindro de plancha que entonces se reflejan sobre los sustratos impresos como áreas uniformemente entintadas;
- 25 clase B: errores de impresión debidos a una superficie secada insuficiente (o demasiado húmeda) del cilindro de limpieza 10.2, es decir debido a un ajuste inadecuado de la cuchilla de secado 10.5 – una superficie demasiado húmeda del cilindro de limpieza conduce típicamente a contaminación de las tintas en la superficie del cilindro de plancha que entonces se refleja sobre los sustratos impresos como áreas entintadas que presentan áreas diluidas o con sombra en el área de las impresiones de huecograbado;
- 30 clase C: errores de impresión debidos a un cilindro de limpieza 10.2 sucio, es decir residuos de tinta que permanecen en la superficie del cilindro de limpieza 10.2 – un cilindro de limpieza sucio puede ser el resultado de diferentes factores incluyendo por ejemplo un suministro o flujo insuficiente de solución de limpieza (por ejemplo problemas con los dispositivos de pulverización), ineficiencia de los cepillos de limpieza (por ejemplo uso excesivo de los cepillos), una presión inadecuada entre la cuchilla seca y el cilindro de limpieza o una cuchilla seca dañada, una temperatura de solución de limpieza inadecuada, propiedades físicas o químicas inadecuadas de la solución de limpieza, etc. – un cilindro de limpieza sucio conduce típicamente a la aparición de un patrón de entintado distribuido aleatoriamente en los sustratos impresos;
- 35 clase D: errores de impresión debidos a un cilindro de limpieza 10.2 dañado – un cilindro de limpieza dañado típicamente causa variaciones locales en la eficiencia de limpieza de la unidad de limpieza durante cada ciclo de rotación del cilindro de limpieza que entonces se reflejan sobre los sustratos impresos de una forma análoga que con la clase A;
- 40 clase E: errores de impresión debidos a una cuchilla de secado 10.5 dañada – una cuchilla de secado dañada típicamente conduce a variaciones en el estado seco/húmedo de la superficie del cilindro de limpieza que se reflejan entonces sobre los sustratos impresos de una forma análoga que con la clase B;
- 45 clase F: errores de impresión debidos a variaciones en la temperatura del cilindro de limpieza 10.2 – como con las clases A y D las variaciones en la temperatura del cilindro de limpieza provocan variaciones en el tamaño del cilindro de limpieza y por lo tanto una eficiencia de limpieza variable que entonces se refleja sobre los sustratos impresos.
- 50 La Figura 4 es una imagen parcial ilustrativa de una hoja impresa procesada en una prensa de imprenta de huecograbado como se muestra en la Figura 1. Más concretamente, la Figura A muestra una imagen de una hoja impresa obtenida bajo condiciones de operación normales.
- 55 La Figura 4A es una imagen parcial ilustrativa de una hoja impresa procesada en la prensa de imprenta de huecograbado que presenta la caracterización de errores de impresión debidos a una presión de limpieza inadecuada como se mencionó bajo la clase A anteriormente. Como se muestra en la parte superior de la Figura 4A, los errores de impresión aparecen como áreas uniformemente entintadas en las regiones de las impresiones de huecograbado. Los inventores han identificado que la aparición real de los errores de impresión mostrados en la Figura 4A no es instantánea, sino más bien que estos errores de impresión ocurren después de un cierto periodo

que sigue a la disminución de la presión de limpieza. Monitorizando la corriente consumida por el motor eléctrico que típicamente acciona la unidad de impresión, es posible detectar una disminución en la presión de limpieza, tal disminución de la presión de limpieza que se refleja como una disminución en el consumo de corriente. Asociado con una monitorización de las restricciones (por ejemplo las vibraciones) detectadas en los rodamientos del cilindro de limpieza, es posible definir un modelo característico del comportamiento defectuoso de la impresión y predecir la aparición de los errores de impresión. Se pueden detectar de una manera similar variaciones de la presión de limpieza como se mencionó bajo las clases D y F.

La Figura 4B es una imagen parcial ilustrativa de una hoja impresa procesada en la prensa de imprenta de huecograbado que presenta caracterización de errores de impresión debidos a contaminación con la solución de limpieza como se mencionó bajo la clase B anteriormente. Como se muestra en la parte inferior de la Figura 4B, los errores de impresión aparecen como áreas diluidas o con sombra en las regiones de las impresiones de huecograbado. Los inventores han identificado que la aparición real de los errores de impresión mostrados en la Figura 4B de nuevo no es instantánea, ya que la solución de limpieza normalmente se acumulará solamente de manera gradual en las planchas de impresión de huecograbado debido a secado insuficiente del cilindro de limpieza. De nuevo, monitorizando la corriente consumida por el motor eléctrico que acciona la unidad de impresión, así como monitorizando la posición de la cuchilla de secado y la presión de cuchilla entre la cuchilla de secado y el cilindro de limpieza, es posible detectar la aparición de un secado insuficiente de la superficie de cilindro de limpieza (tal monitorización se podría realizar alternativa o adicionalmente monitorizando directamente la superficie del cilindro de limpieza). Una monitorización de las restricciones detectadas en los rodamientos del cilindro de limpieza de nuevo puede ser útil para caracterizar el comportamiento de la prensa de imprenta relacionado con un secado insuficiente. Es posible de manera similar de esta manera definir un modelo característico del comportamiento defectuoso de la impresión y predecir la aparición de los errores de impresión. Una cuchilla de secado dañada como se mencionó bajo la clase E se puede detectar de una manera similar.

La Figura 4C es una imagen parcial ilustrativa de una hoja impresa procesada en la prensa de imprenta de huecograbado que presenta caracterización de errores de impresión debidos a una superficie de cilindro de limpieza sucia como se menciona bajo la clase C anteriormente causados por un suministro insuficiente de solución de limpieza. Como se muestra en el lado izquierdo de las áreas de retrato visibles de la Figura 4C, los errores de impresión aparecen como áreas entintadas formadas aleatoriamente. Como con los otros errores de impresión, los inventores han identificado que la aparición real de los errores de impresión mostrados en la Figura 4C de nuevo no es instantánea. Monitorizando la corriente consumida por el motor eléctrico que acciona la unidad de impresión, por ejemplo es posible detectar a una cantidad muy baja de solución de limpieza ya que el consumo eléctrico tendrá una tendencia a aumentar. Esta medición puede ser complementada con una medición del flujo de solución de limpieza. De nuevo es posible de esta manera definir un modelo característico del comportamiento defectuoso de la impresión y predecir la aparición de los errores de impresión. Las otras causas de los errores de impresión mencionadas bajo la clase C se podría monitorizar de una manera similar.

Las clases de errores de impresión enumeradas anteriormente se mencionan por supuesto para el propósito de explicación solamente. Mientras que la lista anterior se puede considerar como representativa de los errores principales que ocurren como consecuencia de problemas de limpieza, no obstante se entenderá que esta lista no tiene que ser considerada como exhaustiva.

Se entenderá además que los errores de impresión no solamente ocurren como consecuencia de problemas relacionados con la operación de la unidad de limpieza, sino que los errores también podrían ser consecuencia de una disfunción de otros componentes funcionales de la prensa de imprenta, tales como por ejemplo una presión de impresión inadecuada entre el cilindro de plancha 8 y el cilindro de impresión 7, un entintado inadecuado del cilindro de plancha 8 mediante el sistema de entintado 9, etc.

Como ya se mencionó anteriormente, el análisis del comportamiento de la prensa de imprenta descansa en el suministro de una disposición adecuada de múltiples sensores que se adapta para proporcionar mediciones de parámetros de operación de componentes funcionales de la prensa de imprenta que son suficientemente descriptivos del comportamiento de la prensa de imprenta. Una forma particularmente ventajosa de medir el comportamiento de la prensa de imprenta es monitorizar los ruidos y vibraciones producidos por la prensa de imprenta. Tales ruidos y vibraciones se podrían medir teóricamente en cualquier ubicación adecuada en la prensa de imprenta. Una ubicación particularmente adaptada es medir ruidos o vibraciones en los rodamientos de un cilindro de la prensa de imprenta. En el contexto de la prensa de imprenta de huecograbado ilustrada en las Figuras 1 y 2, una ubicación adecuada es el eje de soporte del cilindro de limpieza 10.2.

Las Figuras 5A y 5B son dos fotografías de una disposición de sensor posible para detectar ruidos o vibraciones producidos por la prensa de imprenta en el eje del cilindro de limpieza 10.2. La Figura 5A muestra un primer rodamiento de cilindro 101 del cilindro de limpieza 10.2 que está situado en el depósito de limpieza 10.1 en el lado izquierdo (o lado de accionamiento) de la prensa de imprenta de huecograbado, mientras que la Figura 5B muestra el segundo rodamiento de cilindro opuesto 102 del cilindro de limpieza 10.2 (en aras de la claridad la Figura 1 muestra la prensa de imprenta de huecograbado como se ve desde su lado de accionamiento). El cilindro de limpieza 10.2 no se muestra en las Figuras 5A y 5B pero se soportaría entre los dos rodamientos 101 y 102

mostrados en las fotografías. El cilindro de plancha 8 es parcialmente visible en las Figuras 5A y 5B.

En cada rodamiento de cilindro 101, 102, hay proporcionado preferiblemente un par de sensores 51a, 51b y 52a, 52b para detectar los ruidos o vibraciones transmitidos a lo largo de dos direcciones distintas perpendiculares al eje de rotación del cilindro de limpieza 10.2, en este caso horizontalmente por medio de los sensores 51a, 52a así como verticalmente por medio de los sensores 51b, 52b. Los sensores 51a, 51b, 52a, 52b pueden ser cualesquiera sensores adecuados sensibles a ruidos o vibraciones, tales como sensores acústicos, sensores de aceleración o cualesquiera otros sensores sensibles a presión o sensibles a vibración.

Usando la disposición de sensor mostrada en las Figuras 5A y 5B, uno entenderá de esta manera que se proporcionan cuatro canales de medición para monitorizar el comportamiento de la prensa de imprenta desde el punto de vista de ruidos o vibraciones transmitidos al cilindro de limpieza 10.2. Como ya se mencionó, estos canales de medición serían complementados por otros canales de medición. Se encontró por ejemplo que es adecuado complementar los cuatros canales de medición anteriores por los siguientes canales adicionales:

- un canal para la medición de la velocidad de procesamiento de la prensa de imprenta (por ejemplo el número de hojas procesadas por hora);

- un canal para el consumo de corriente del motor que acciona los cilindros de la prensa de imprenta;

- dos canales para la medición de la presión de impresión entre el cilindro de impresión 7 y el cilindro de plancha 8, la presión que se mide en ambos lados de los cilindros;

- un canal para la medición de la presión de cuchilla entre la cuchilla de secado 10.5 y el cilindro de limpieza 10.2 (cuya presión se ajusta típicamente por medios hidráulicos);

- un canal para la medición del flujo de solución de limpieza;

- dos canales para la medición de la posición de la cuchilla de secado 10.5, cuya posición se mide en ambos lados de la cuchilla;

- un canal para la indicación de la presencia o ausencia de una hoja en la ubicación de impresión; y

- un canal para la indicación de qué plancha de impresión fue usada para imprimir la hoja.

El ejemplo anterior de una disposición de múltiples sensores para detectar el comportamiento de la prensa de imprenta proporciona tantos como catorce canales distintos que se encontró que son suficientes para describir y monitorizar adecuadamente el comportamiento de la prensa de imprenta de huecograbado, al menos en la medida que se refiere a la operación de la unidad de limpieza 10.

Se ha mencionado anteriormente que pudiera ser deseable procesar previamente algunas de las señales sacadas por los sensores que se usan para monitorizar el comportamiento de la prensa de imprenta. Esto es particularmente cierto en conexión con la detección de ruidos y/o vibraciones producidos por la prensa de imprenta, cuyas señales típicamente presentan un gran número de componentes de frecuencia. El planteamiento clásico para el procesamiento de tales señales es realizar una transformación espectral de las señales. La transformación espectral usual es la transformada de Fourier bien conocida (y derivadas de la misma) que convierte las señales del dominio del tiempo en el dominio de la frecuencia. El procesamiento de señales se hace más simple trabajando en el espectro obtenido de esta manera como componentes de señal periódicos que son identificables fácilmente en el dominio de frecuencia como picos en el espectro. Los inconvenientes de la transformada de Fourier no obstante residen en su incapacidad para identificar y aislar eficientemente movimientos de fase, desplazamientos, desviaciones, ecos, ruido, etc., en las señales.

Un análisis "espectral" más adecuado es el denominado análisis "cepstrum". "Cepstrum" es un anagrama de "spectrum" ("espectro") y es la terminología aceptada para la transformada inversa de Fourier del logaritmo del espectro de una señal. El análisis cepstrum se usa en particular para analizar "sonidos" en lugar de analizar frecuencias. El cepstrum se puede ver como información acerca de la tasa de cambio en las diferentes bandas del espectro. Fue propuesto originalmente para caracterizar los ecos sísmicos resultantes de terremotos y explosiones de bombas (ver el documento titulado "The Quefreny Analysis of Time Series for Echoes: Cepstrum, Pseudautocovariance, Cross-Cepstrum, and Saphe Cracking" de Bogert, Healy y Tukey, 1963). Bogert et al. observaron que el logaritmo del espectro de potencia de una señal que contiene un eco tiene un componente periódico aditivo debido al eco, y de esta manera la transformada de Fourier del logaritmo del espectro de potencia debería presentar un pico en el retardo de eco. Ellos llamaron a esta función "cepstrum", que intercambia las letras en la palabra "spectrum" ("espectro") debido a que *"en general, nos encontramos nosotros mismos operando en el lado de frecuencia en formas habituales en el lado del tiempo y viceversa"*. La transformación de una señal en su cepstrum es una transformación homomórfica, y el concepto del cepstrum es una parte fundamental de la teoría de sistemas homomórficos para procesar señales que se han combinado por convolución (ver "Discrete-Time Signal Processing", A.V. Oppenheim y R.W. Schafer, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1989).

Las ventajas del análisis cepstrum son múltiples:

- uno de sus atributos más poderosos es el hecho de que cualesquiera periodicidades o patrones repetidos en un espectro se detectarán como uno o dos componentes en el cepstrum;
- si un espectro contiene varios conjuntos de bandas laterales o series armónicas, pueden ser confusas debido a la superposición. No obstante, en el cepstrum, están separadas de una forma similar a la forma que el espectro separa patrones repetitivos en las señales de tiempo;
- un análisis cepstrum es particularmente adecuado para el análisis de vibraciones de rodamientos de elementos que rotan.

Por consiguiente, como una realización preferida de la invención, las señales medidas en elementos de rotación de la prensa de imprenta (por ejemplo ruidos y/o vibraciones producidas en los rodamientos del cilindro de limpieza y detectados por sensores acústicos/de vibración como se mencionó anteriormente) se procesan previamente usando el análisis cepstrum mencionado anteriormente.

Con referencia de nuevo a las mediciones hechas en los rodamientos del cilindro de limpieza 10.2 de la prensa de imprenta de huecograbado de las Figuras 1 y 2, el análisis cepstrum se realiza preferiblemente con vistas a extraer tres variables que se llamarán los valores de "cepstrum por hoja", "cepstrum 2:3" y "cepstrum por vuelta", y se realiza un análisis de tendencias en base a estas dos variables. El valor de "cepstrum por hoja" se define dentro del alcance de la presente invención como el valor del cepstrum que corresponde al intervalo de hoja, es decir el intervalo de tiempo entre dos hojas sucesivas. El valor de "cepstrum 2:3" se define dentro del alcance de la presente invención como el valor de cepstrum que corresponde al intervalo de permutación del cilindro de plancha 8 y el cilindro de Orlof 9.5 (que son cilindros de tres segmentos y dos segmentos respectivamente en este ejemplo). El valor de "cepstrum por vuelta", por otra parte, se define dentro del alcance de la presente invención como el valor de cepstrum que corresponde al intervalo de tiempo (o intervalo de vuelta) necesario para que el cilindro de plancha de la prensa de imprenta haga una vuelta completa (cuyo intervalo de tiempo es un múltiplo del intervalo de hoja). En el contexto de la plancha de impresión de huecograbado ilustrada en las Figuras 1 y 2, la cual comprende un cilindro de plancha de tres segmentos y un cilindro de Orlof de dos segmentos, el intervalo de hoja, el intervalo de permutación y el intervalo de vuelta (en segundos) se dará por las siguientes fórmulas:

$$\text{intervalo_hoja [s]} = 3600 / \text{velocidad_procesamiento_hoja [hojas/h]},$$

$$\text{intervalo_permutación [s]} = \text{intervalo_hoja [s]} * \#\text{_segmentos_cilindro_Orlof}$$

$$\text{intervalo_vuelta [s]} = \text{intervalo_hoja [s]} * \#\text{_segmentos_cilindro_plancha}$$

La Figura 6 ilustra esquemáticamente un cepstrum ejemplar de una señal de ruido medida en un rodamiento del cilindro de limpieza 10.2, la velocidad de procesamiento de hoja de la prensa de imprenta de huecograbado que se fija a 6.316 hojas por hora en este ejemplo que da un intervalo de hoja de 0,57 segundos, un intervalo de permutación de 1,14 segundos y un intervalo de vuelta de 1,71 segundos, los valores de "cepstrum por hoja", "cepstrum 2:3" y "cepstrum por vuelta" correspondientes aparecen como tres picos en el cepstrum de la Figura 6.

La evolución (o tendencia) de cada uno de los valores de "cepstrum por hoja" y "cepstrum por vuelta" se monitoriza preferiblemente usando un filtro paso banda que se mueve a velocidad normalizada para filtrar la banda relevante en el cepstrum, cuyo filtro paso banda se "bloquea" sobre el intervalo de hoja relevante o intervalo de vuelta, respectivamente (cuyos intervalos son inversamente proporcionales a la velocidad de procesamiento de hoja). El valor máximo de la señal filtrada resultante se detecta y se registra la amplitud resultante en el tiempo. La Figura 7 ilustra esquemáticamente el principio de filtrado y procesamiento antes mencionado. Como se muestra en la parte superior izquierda de la Figura 7, el cepstrum se filtra primero alrededor del intervalo relevante de tiempo (es decir el intervalo de hoja o el intervalo de vuelta) usando un filtro paso banda de velocidad normalizada adecuado (es decir un filtro paso banda que se bloquea en su centro sobre el intervalo de tiempo relevante). La banda filtrada resultante del cepstrum se muestra en la parte superior derecha de la Figura 7. El valor máximo de esta banda filtrada se detecta y la amplitud de la cual se graba en el tiempo provocando la señal mostrada en la parte inferior de la Figura 7. Esta señal se usa entonces como una base para monitorizar la tendencia del comportamiento de la prensa de imprenta.

Con referencia de nuevo a las mediciones acústicas y/o de vibraciones mencionadas anteriormente en referencia a las Figuras 5A y 5B, que representan cuatro canales de medición distintos (es decir mediciones horizontal y vertical realizadas en ambos lados del cilindro de limpieza), el análisis cepstrum que se describió anteriormente se realiza para cada uno de los cuatro canales de medición y las ocho señales de tendencia resultantes se usan como base para monitorizar el comportamiento de la prensa de imprenta.

Según una realización preferida de la invención, el análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta se acopla con la inspección en línea de los sustratos impresos. En otras palabras, las conclusiones elaboradas que siguen la clasificación de patrón del comportamiento de la prensa de imprenta están correlacionadas con aquéllas

elaboradas que siguen la inspección óptica de los sustratos impresos.

5 En algunos casos, los parámetros de operación detectados pudieran ser tan caracterizadores de un comportamiento defectuoso o anormal de la prensa de imprenta que es posible elaborar inmediatamente conclusiones de que el comportamiento defectuoso o anormal conducirá a errores de impresión, sin recurrir a una inspección óptica de los sustratos impresos. En otros casos, no obstante, podrían no ser elaboradas conclusiones definitivas con respecto a la probable aparición de errores de impresión directamente o exclusivamente a partir de los resultados de la clasificación del patrón del comportamiento de la prensa de imprenta. En tales casos puede ayudar el acoplamiento del análisis de comportamiento con una inspección óptica de los sustratos impresos.

10 Visto desde un punto de vista general, el acoplamiento entre el análisis del comportamiento de la prensa de imprenta y la inspección de los sustratos impresos se puede realizar con vistas a:

- emitir una alerta temprana de la probable aparición de errores de impresión tras la determinación de un comportamiento defectuoso o anormal de la prensa de imprenta mientras que imágenes adquiridas por el sistema de inspección se determinan aún que están desprovistas de errores de impresión; y/o
- 15 - proporcionar una indicación de la causa probable de la aparición de errores de impresión detectados mediante inspección óptica de los sustratos impresos.

20 Las técnicas de lógica difusa son de nuevo de uso en conexión con el acoplamiento de los resultados de la inspección de los sustratos impresos y resultados del análisis del comportamiento de la prensa de imprenta. A través de comparación de datos de sensor representativo de comportamientos defectuosos/anormales característicos de la prensa de imprenta y datos de imagen de la representación óptica resultante de los errores de impresión, se pueden definir conjuntos difusos y construir un clasificador de patrón de rango más alto (de una manera similar a aquella ya explicada anteriormente en conexión con la clasificación de patrón del comportamiento de la prensa de imprenta).

Se entenderá que se pueden hacer diversas modificaciones y/o mejoras obvias por los expertos en la técnica a las realizaciones descritas anteriormente sin apartarse del alcance de la invención definida por las reivindicaciones anexas.

25 Por ejemplo, aunque el análisis de cepstrum se describió anteriormente como particularmente adecuado para procesamiento previo de señales de medición relacionadas con ruido o relacionadas con vibraciones, se podría concebir un análisis espectral usando otros tipos de transformación espectral. En ese contexto, se considerará cualquier derivada adecuada de la transformada de Fourier. Esto incluye por ejemplo la denominada transformada circular y transformada de ondas pequeñas.

30 Además, aunque las técnicas de lógica difusa se han tratado en conexión con cuestiones de clasificación de patrón y modelado, se podrían concebir otros planteamientos incluyendo técnicas de modelado que hacen uso de las denominadas redes neuronales. Una diferencia entre los dos métodos es que se puede establecer un clasificador de patrón difuso mediante un proceso de aprendizaje y un diseñador cualificado (el denominado "experto") basado en datos experimentales y conocimiento de los procesos implicados, mientras que las redes neuronales se basan en procesos de aprendizaje solamente. El experto es capaz de sintonizar el sistema con la ayuda de "modificadores lingüísticos".

35

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un método para la detección de aparición de errores de impresión en sustratos impresos durante el procesamiento de los mismos en una prensa de imprenta (1) que comprende los pasos de proporcionar múltiples sensores en componentes funcionales de la prensa de imprenta (1) para monitorizar el comportamiento de la prensa de imprenta durante el procesamiento de los sustratos impresos y realizar un análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta (1) para determinar la aparición de un comportamiento característico de la prensa de imprenta (1) que conduce o es probable que conduzca a la aparición de errores de impresión en los sustratos impresos o que conduce o es probable que conduzca a una buena calidad de impresión de los sustratos impresos.
- 10 **2.** El método según la reivindicación 1, en donde dicho análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta (1) incluye realizar un análisis de tendencia del comportamiento de la prensa de imprenta (1) durante el procesamiento de varios sustratos impresos sucesivos.
- 3.** El método según la reivindicación 1 o 2, en donde dicho análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta incluye realizar una clasificación de patrón difuso del comportamiento de la prensa de imprenta (1).
- 15 **4.** El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que además comprende acoplar el análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta (1) con una inspección óptica en línea de los sustratos impresos.
- 5.** El método según la reivindicación 4, en donde dicha inspección óptica en línea de los sustratos impresos incluye:
- (i) adquirir ópticamente imágenes de los sustratos impresos procesados en la prensa de imprenta (1); y
- (ii) procesar las imágenes adquiridas de los sustratos impresos a fin de identificar la posible aparición de errores de impresión en dichos sustratos impresos,
- 20 y en donde dicho análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta (1) se acopla a dicha inspección óptica en línea de los sustratos impresos de tal manera para:
- emitir una alerta temprana de la probable aparición de errores de impresión tras la determinación de un comportamiento defectuoso o anormal de la prensa de imprenta (1) mientras que las imágenes adquiridas aún se determina que están desprovistas de errores de impresión; o
- 25 - proporcionar una indicación de la causa probable de la aparición de los errores de impresión detectados mediante la inspección óptica de los sustratos impresos.
- 6.** El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta (1) comprende los pasos de:
- 30 (a₁) detectar parámetros de operación de los componentes funcionales de la prensa de imprenta (1) durante el procesamiento de los sustratos impresos en la prensa de imprenta (1), cuyos parámetros de operación son representativos del comportamiento de la prensa de imprenta (1) durante el procesamiento de los sustratos impresos; y
- (a₂) determinar si los parámetros de operación detectados de los componentes funcionales de la prensa de imprenta (1) son indicativos de un comportamiento defectuoso o anormal de la prensa de imprenta (1) que es probable que conduzca a errores de impresión.
- 35 **7.** El método según la reivindicación 6, que además comprende el paso preliminar (a₀) de modelar comportamientos característicos de la prensa de imprenta (1) usando los parámetros de operación de los componentes funcionales de la prensa de imprenta como parámetros representativos de dichos comportamientos característicos, dichos comportamientos característicos que comprenden:
- 40 - comportamientos defectuosos o anormales de la prensa de imprenta (1) que conducen o es probable que conduzcan a la aparición de errores de impresión; y/o
- comportamientos normales de la prensa de imprenta (1) que conducen o es probable que conduzcan a buena calidad de impresión de los sustratos impresos,
- 45 en donde dicho paso de determinación (a₂) incluye:
- (a₂₁) monitorizar los parámetros de operación de los componentes funcionales de la prensa de imprenta (1) durante el procesamiento de los sustratos impresos en la prensa de imprenta (1); y
- (a₂₂) determinar si los parámetros de operación monitorizados son indicativos de cualquiera de los comportamientos característicos modelados de la prensa de imprenta (1).

- 8.** El método según la reivindicación 7, en donde dicho paso preliminar (a_0) incluye modelar comportamientos defectuosos o anormales de la prensa de imprenta (1) que conducen o es probable que conduzcan a la aparición de errores de impresión y comprende los siguientes pasos:
- (a_{01}) definir una pluralidad de clases de errores de impresión que pueden ocurrir en dicha prensa de imprenta (1);
- 5 (a_{02}) para cada clase de errores de impresión, determinar los parámetros de operación de la prensa de imprenta (1) que caracterizan un comportamiento defectuoso o anormal de la prensa de imprenta (1) que conduce o probablemente conduzca a la aparición de errores de impresión; y
- (a_{03}) para cada clase de errores de impresión, definir un modelo correspondiente del comportamiento defectuoso o anormal de la prensa de imprenta (1) en base a los parámetros de impresión que se determinan que son
- 10 caracterizadores de dicho comportamiento defectuoso o anormal,
- y en donde dicho paso de determinación (a_{22}) incluye determinar si los parámetros de operación monitorizados muestran una correspondencia con cualquiera de los modelos definidos de los comportamientos defectuosos o anormales de la prensa de imprenta (1).
- 9.** El método según la reivindicación 7 u 8, en donde dicho modelado de comportamientos característicos de la
- 15 prensa de imprenta (1) incluye el modelado de dichos comportamientos característicos por medio de conjuntos de reglas de lógica difusa.
- 10.** El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los sensores se proporcionan en la prensa de imprenta a fin de detectar cualquier combinación de los siguientes parámetros de operación:
- velocidad de procesamiento de la prensa de imprenta (1);
 - 20 - velocidad de rotación de un cilindro o rodillo de la prensa de imprenta (1);
 - corriente consumida por un motor eléctrico que acciona los cilindros de la prensa de imprenta (1);
 - temperatura de un cilindro o rodillo de la prensa de imprenta (1);
 - presión entre dos cilindros o rodillos de la prensa de imprenta (1);
 - restricciones en los rodamientos de un cilindro o rodillo de la prensa de imprenta (1);
 - 25 - consumo de tintas o fluidos en la prensa de imprenta (1); y/o
 - posición o presencia de los sustratos impresos en la prensa de imprenta (1).
- 11.** El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los sensores se proporcionan en la prensa de imprenta (1) para detectar los parámetros de operación de los componentes funcionales de la prensa de imprenta que están tan descorrelacionados entre sí como sea posible.
- 30 **12.** El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, llevado a cabo en una prensa de imprenta de huecograbado (1) que comprende al menos un cilindro de impresión (7), un cilindro de plancha (8) que contacta el cilindro de impresión (7), un sistema de entintado (9) para entintar la superficie del cilindro de plancha (8), y una unidad de limpieza (10) para limpiar la superficie entintada del cilindro de plancha (8) anterior a imprimir.
- 35 **13.** El método según la reivindicación 12, en donde los sensores se proporcionan en la prensa de imprenta de huecograbado (1) a fin de detectar cualquier combinación de los siguientes parámetros de operación:
- velocidad de procesamiento de la prensa de imprenta de huecograbado (1);
 - corriente consumida por un motor eléctrico usado como medio de accionamiento de la prensa de imprenta de huecograbado (1);
 - 40 - velocidad de rotación del cilindro de impresión (7), del cilindro de plancha (8) y/o de un cilindro o rodillo del sistema de entintado (9) o unidad de limpieza (10);
 - temperatura del cilindro de impresión (7), del cilindro de plancha (8) y/o de un cilindro o rodillo del sistema de entintado (9) o unidad de limpieza (10);
 - presión de impresión entre el cilindro de plancha (8) y el cilindro de impresión (7);
 - presión de limpieza entre el cilindro de plancha (8) y la unidad de limpieza (10);
 - 45 - presión de contacto entre el cilindro de plancha (8) y el sistema de entintado (9);

- parámetros de operación de la unidad de limpieza (10); y/o
- parámetros de operación del sistema de entintado (9).

14. El método según la reivindicación 12 o 13, llevado a cabo para detectar errores de impresión en los sustratos impresos que son debidos a disfunción en la operación de la unidad de limpieza (10).

5 **15.** El método según la reivindicación 14, en donde dicha unidad de limpieza (10) incluye un depósito de limpieza (10.1), un cilindro de limpieza (10.2) dispuesto en el depósito de limpieza (10.1) y que contacta el cilindro de plancha (8), una cuchilla seca (10.3) que contacta la superficie del cilindro de limpieza (10.2) para eliminar los residuos de tinta limpiados de la superficie del cilindro de limpieza (10.2), medios de limpieza (10.4) para aplicar una solución de limpieza sobre la superficie del cilindro de limpieza (10.2), y una cuchilla de secado (10.5) que contacta la superficie
10 del cilindro de limpieza (10.2) para eliminar los residuos de la solución de limpieza de la superficie del cilindro de limpieza (10.2),

y en donde los sensores se proporcionan a fin de detectar:

- presión de limpieza entre el cilindro de limpieza (10.2) y el cilindro de plancha (8);
- flujo de solución de limpieza en dicha unidad de limpieza (10);
- 15 - propiedades físico-químicas de la solución de limpieza;
- presión de cuchilla entre la cuchilla seca (10.3) y el cilindro de limpieza (10.2) o entre la cuchilla de secado (10.5) y el cilindro de limpieza (10.2);
- la posición de cuchilla de la cuchilla seca (10.3) o de la cuchilla de secado (10.5) con respecto al cilindro de limpieza (10.2); y/o
- 20 - restricciones en los rodamientos del cilindro de limpieza (10.2).

16. El método según la reivindicación 15, en donde la presión de limpieza, la presión de cuchilla, la posición de cuchilla y/o las restricciones de los rodamientos del cilindro de limpieza (10.2) se detectan en cada extremidad del cilindro de limpieza (10.2).

25 **17.** El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la monitorización del comportamiento de la prensa de imprenta incluye monitorizar ruidos y/o vibraciones generados por dicha prensa de imprenta durante el procesamiento de los sustratos impresos, cuyos ruidos y/o vibraciones se pueden detectar mediante sensores acústicos, sensores de aceleración, o sensores sensibles a la presión y se detectan preferiblemente en los rodamientos de un cilindro de la prensa de imprenta.

30 **18.** El método según de la reivindicación 17, llevado a cabo en una prensa de imprenta de huecograbado (1) que comprende al menos un cilindro de impresión (7), un cilindro de plancha (8) que contacta el cilindro de impresión (7), un sistema de entintado (9) para entintar la superficie del cilindro de plancha (8), y una unidad de limpieza (10) con un cilindro de limpieza (10.2) que contacta el cilindro de plancha (8) para limpiar la superficie entintada del cilindro de plancha (8) anterior a imprimir, en donde los ruidos y/o vibraciones producidas por dicha prensa de imprenta de huecograbado (1) se detectan en los rodamientos de dicho cilindro de limpieza (10.2).

35 **19.** El método según de la reivindicación 17 o 18, en donde los ruidos y/o vibraciones producidos por dicha prensa de imprenta se detectan mediante al menos dos sensores (51a, 51b, 52a, 52b) colocados en los rodamientos (101, 102) del cilindro y los cuales son sensibles a los ruidos o vibraciones transmitidos a lo largo de al menos dos direcciones distintas perpendiculares al eje de rotación del cilindro.

40 **20.** El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que además incluye procesar previamente las señales sacadas por los sensores, preferiblemente realizando un denominado análisis cepstrum de las señales sacadas por los sensores.

45 **21.** Un sistema experto de detección de aparición de errores de impresión en sustratos impresos durante el procesamiento de los mismos en una prensa de imprenta, dicho sistema experto que comprende múltiples sensores acoplados a componentes funcionales de la prensa de imprenta para monitorizar el comportamiento de la prensa de imprenta durante el procesamiento de los sustratos impresos, y un sistema de procesamiento acoplado a dichos sensores para realizar un análisis en línea del comportamiento de la prensa de imprenta, dicho sistema de procesamiento que se adapta para llevar a cabo el método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

22. Una prensa de imprenta equipada con un sistema experto según la reivindicación 21.

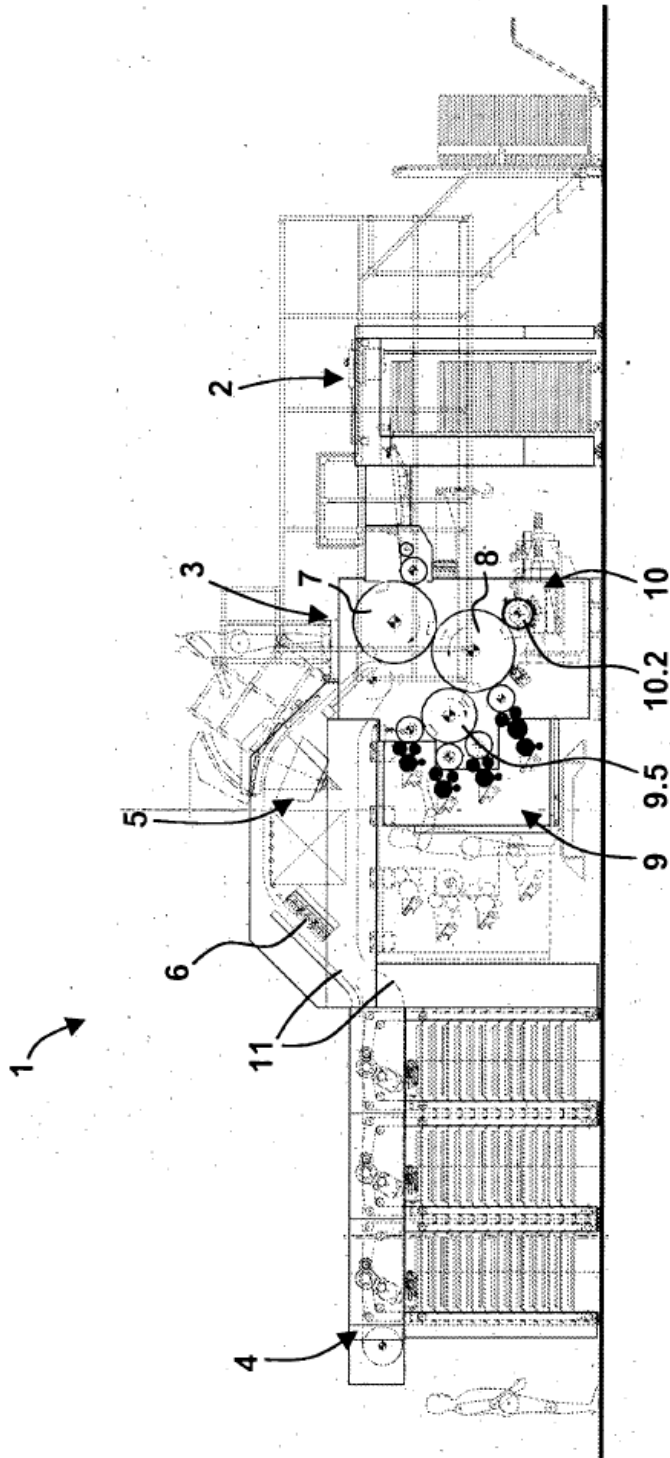


Fig. 1

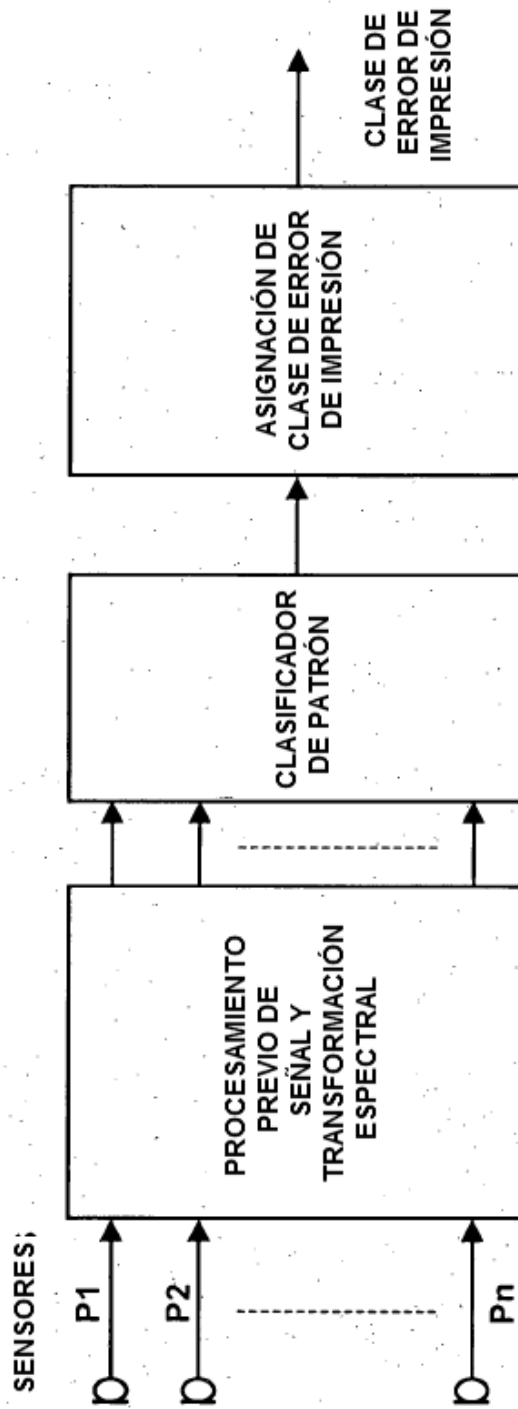


Fig. 3

HOJA BUENA:

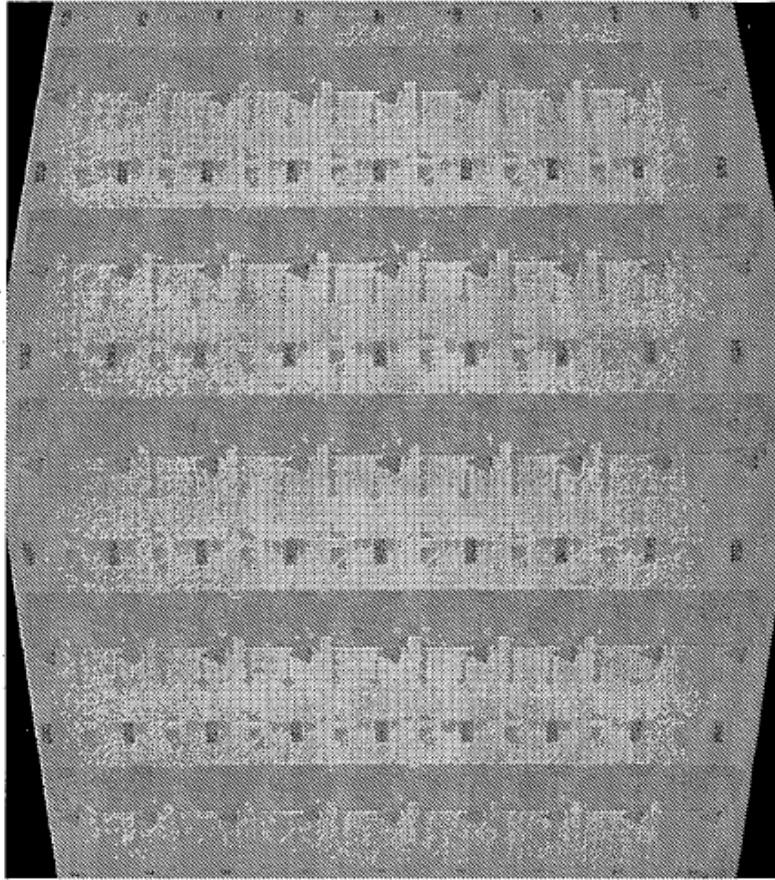


Fig. 4

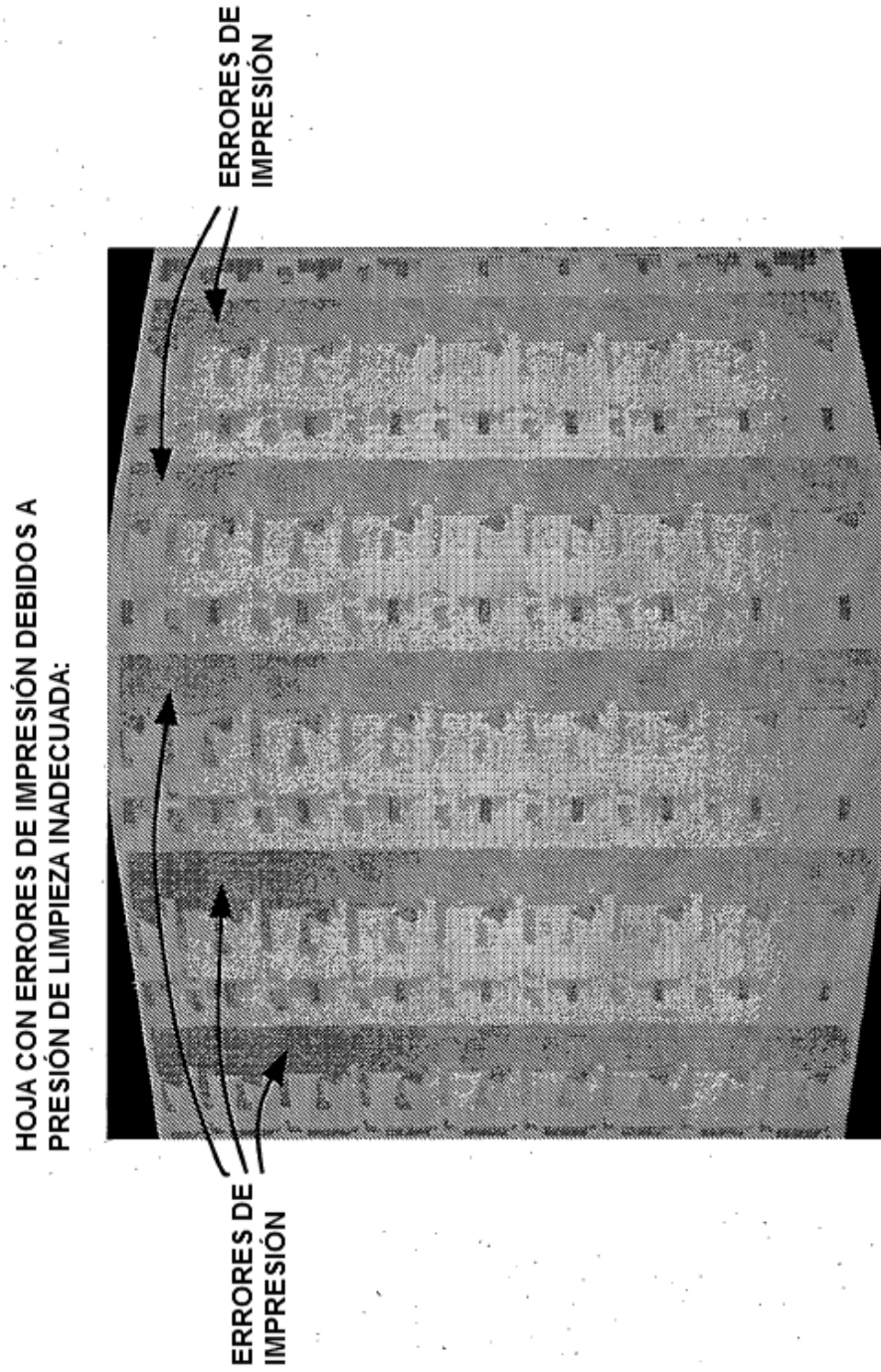


Fig. 4A

HOJA CON ERRORES DE IMPRESIÓN DEBIDOS A LA SUPERFICIE DE
CILINDRO DE LIMPIEZA HÚMEDA:

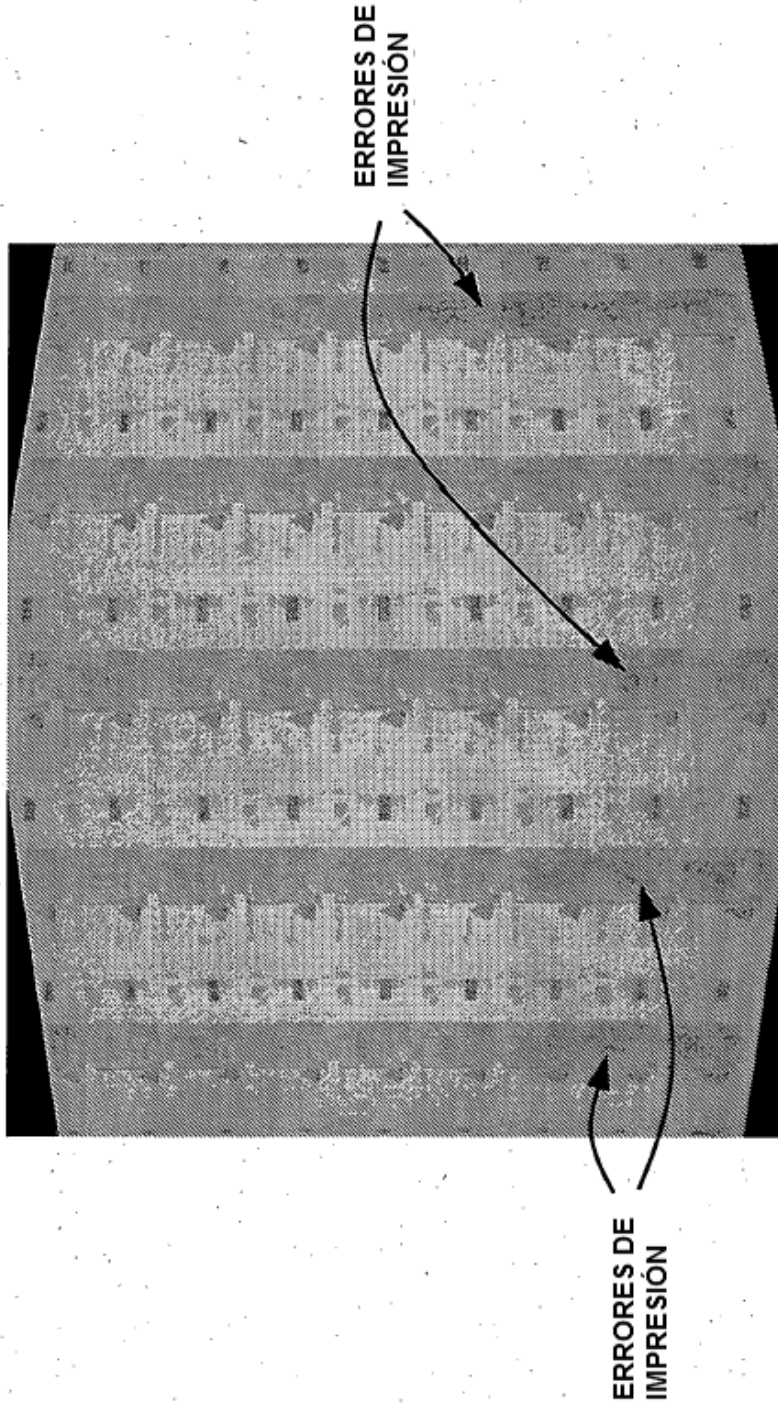


Fig. 4B

HOJA CON ERRORES DE IMPRESIÓN DEBIDOS A LA SUPERFICIE DE CILINDRO DE LIMPIEZA SUCIA:

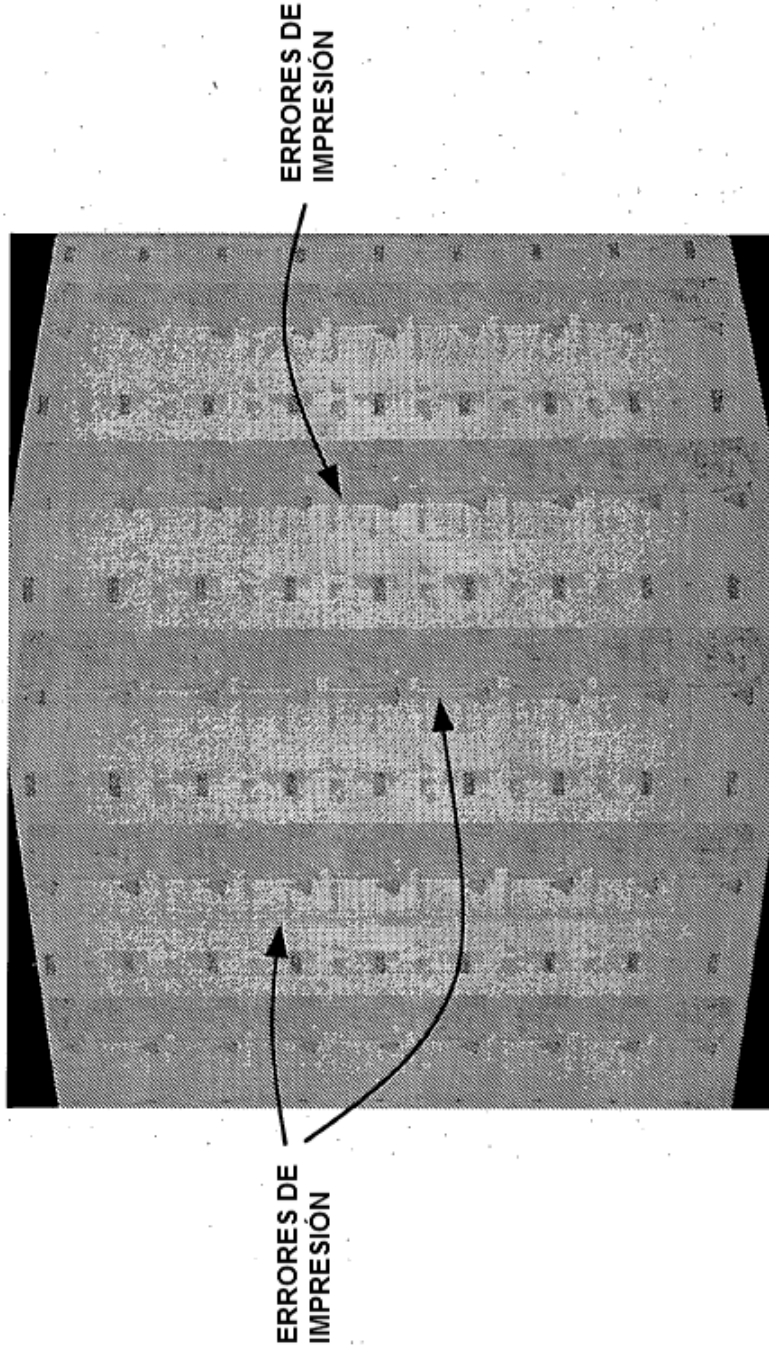


Fig. 4C

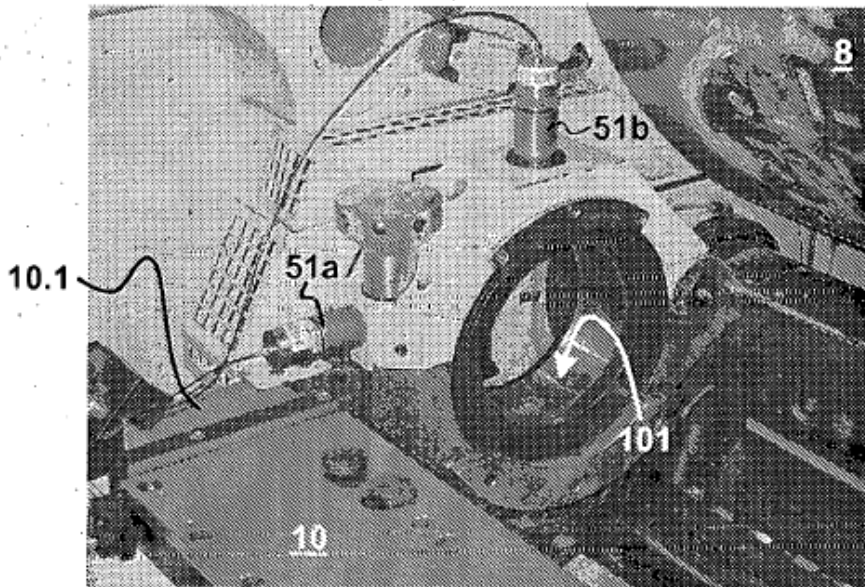


Fig. 5A

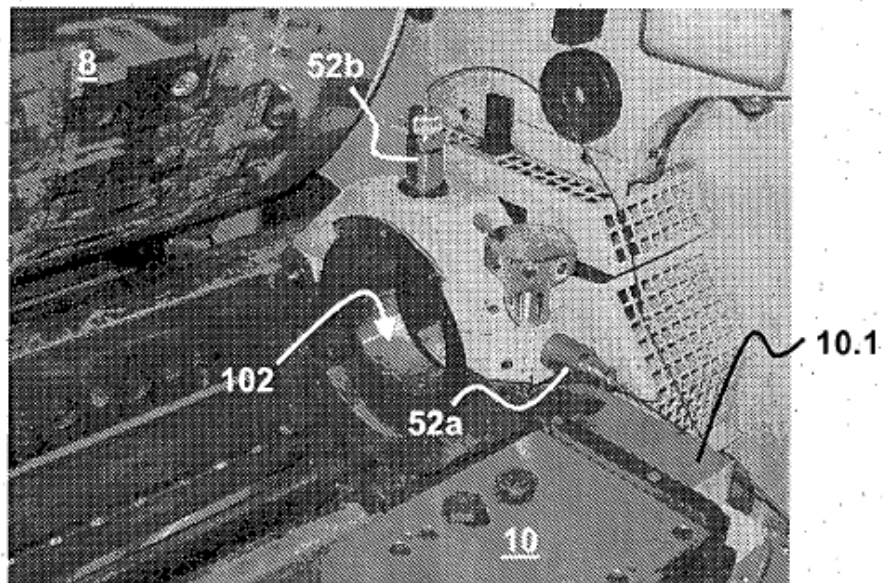


Fig. 5B

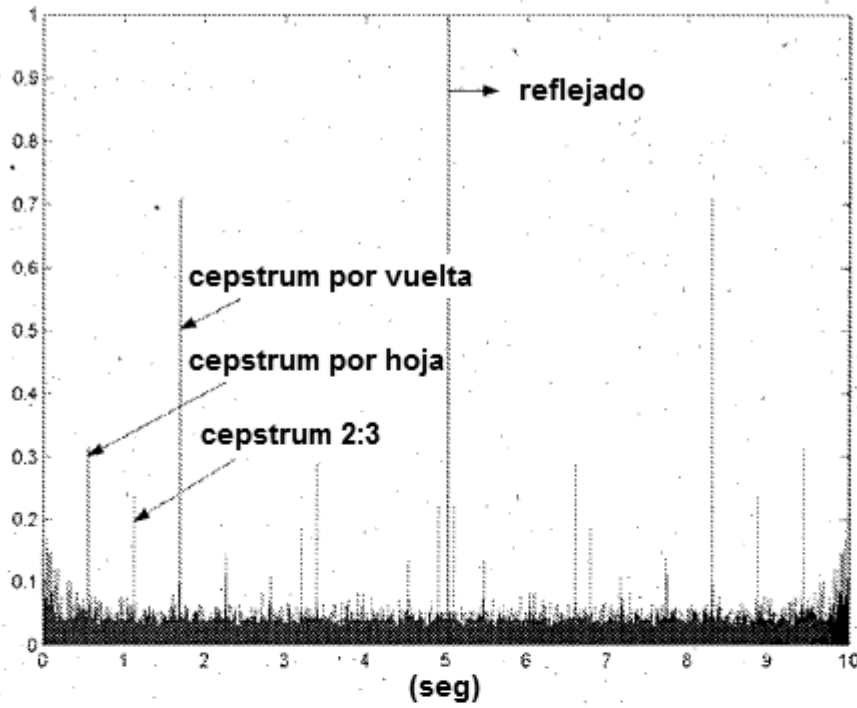


Fig. 6

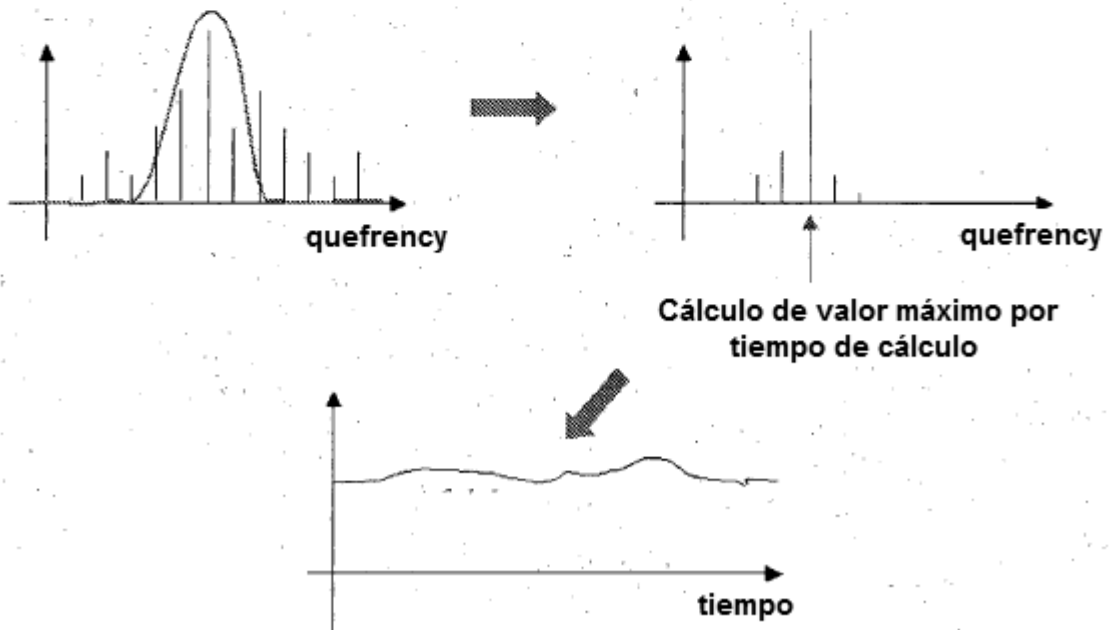


Fig. 7