

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 805**

51 Int. Cl.:

D21F 5/18 (2006.01)

B31F 1/12 (2006.01)

D21F 11/14 (2006.01)

D21G 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.07.2018 PCT/IB2018/055377**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.01.2019 WO19016749**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2018 E 18755910 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 3488046**

54 Título: **Método y sistema de regulación en tiempo real de revestimiento de secador Yankee basándose en transferencia de revestimiento natural predicha**

30 Prioridad:

20.07.2017 US 201715655545

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

23.04.2020

73 Titular/es:

**BUCKMAN LABORATORIES INTERNATIONAL,
INC. (100.0%)
1256 North McLean Boulevard
Memphis, TN 38108-0305, US**

72 Inventor/es:

**BUIST, DAVID;
HOEKSTRA, PHIL;
GLOVER, DANIEL;
LUSK, RICHARD;
ROY, VINCE y
RUEMMELE, COLIN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 755 805 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método y sistema de regulación en tiempo real de revestimiento de secador Yankee basándose en transferencia de revestimiento natural predicha

5 Antecedentes de la invención

10 La presente invención se refiere en general a la fabricación de productos crepados tal como, por ejemplo, papel higiénico, toallas de papel, servilletas, etc. Más particularmente, la presente invención se refiere a sistemas y métodos para predecir transferencia de revestimiento natural en tiempo real a través de supervisión de datos en línea continua, y habilitar control en tiempo real del proceso de fabricación basado en los mismos.

15 Procesos convencionales para la fabricación de productos crepados tal como papel higiénico, toallas de papel y servilletas están bien establecidos y requieren poca elaboración en este documento. En general, se genera una hoja fibrosa húmeda continua a partir de una pasta de celulosa que tiene características definidas en parte por la combinación particular de una o más fuentes de fibra constituyentes y, adicionalmente, en vista de aditivos químicos, fuente de agua y similares. Un cilindro de secado giratorio calentado (en este documento denominado como un "secador Yankee") se configura para recoger la hoja húmeda, secar sustancialmente la hoja, y a continuación crear la hoja en combinación con una rasqueta de crepado asociada con el mismo. Este proceso de crepado otorga una estructura tridimensional a la hoja que es responsable, por ejemplo, del tacto suave de los productos de papel tisú. Pueden hacerse productos crepados usando (pero sin limitación) máquinas de crepé secas ligeras, máquinas de crepé húmedas, así como a través de secado por aire (TAD) y otras máquinas que pueden otorgar una estructura a la hoja antes del secador Yankee.

25 El proceso de crepado y, más particularmente, las condiciones de superficie en el secador Yankee son factores críticos en el proceso de fabricación en general. Para que la hoja se fije a la superficie de Yankee debe haber presente un revestimiento adhesivo delgado. Este revestimiento adhesivo ayudará de hecho en la recogida de la hoja. La resistencia de la fuerza de adherencia entre la superficie de Yankee y la hoja es un factor muy importante en la fabricación de papel tisú. La fuerza debe ser lo suficientemente fuerte para mantener la hoja en su sitio, pero lo suficientemente débil para liberar la hoja en el punto apropiado. A la superficie de Yankee se aplican formulaciones químicas específicamente diseñadas para proporcionar las propiedades de adhesión y liberación necesarias de la superficie. La pasta de celulosa que proporciona el material que forma la hoja fibrosa tramada también incluye sustancias que se pegarán a la superficie de Yankee y proporcionan una fuerza de adherencia. En esta industria la expresión "revestimiento natural" se usa para este material que proviene "naturalmente" de la pasta y cubre la superficie del Yankee. La composición de la pasta de celulosa cambia a medida que cambian las fuentes de fibra o aditivos en esa pasta o a medida que cambian las características del agua. Esta variación requiere el ajuste en la cantidad de formulaciones químicas que se usan para controlar las propiedades de adhesión y liberación de la superficie de Yankee. El "revestimiento natural" más el aditivo químico juntos proporcionan la fuerza de adherencia total.

40 Técnicas convencionales para ajustar la tasa de alimentación de revestimiento adhesivo para conseguir características apropiadas en el secador Yankee requieren mucho trabajo y tiempo, y adicionalmente dependen de suposiciones con respecto a la operación de máquina. Como un ejemplo de un flujo de proceso conocido, se avisa al usuario que ajuste la tasa de alimentación de revestimiento basándose en un cambio de fuente de fibras (composición de fabricación), tal como por ejemplo en vista de un cambio en el grado de papel tisú. Un empleado de fábrica o representante comercial de suministrador químico puede, quizás minutos después del cambio de composición de fabricación, obtener y comenzar una prueba de una muestra para determinar características tal como sólidos suspendidos totales (TSS) en la misma. Este proceso no es en línea y, por lo tanto, no es instantáneo o de otra manera llevado a cabo en tiempo real. El usuario puede inspeccionar a continuación los puntos de ajuste para flujo de pasta y velocidad de máquina, a través de, por ejemplo, un sistema de control de máquina, para el grado de producto crepado dado y calcular el potencial de revestimiento natural usando una ecuación predeterminada. Sin embargo, esto requiere la suposición de que la máquina está operando en los puntos de ajuste indicados.

55 Entender y supervisar la cantidad de revestimiento natural es una parte importante de mejorar el rendimiento adhesivo de Yankee que conduce a una mejor producción de productos crepados. Por lo tanto, sería deseable medir características de proceso en línea relevantes y posteriormente predecir la cantidad de revestimiento natural disponible para transferir al revestimiento, sustancialmente en tiempo real o en cualquier momento seleccionado dado. Sin embargo, la naturaleza inherentemente dinámica del proceso de fabricación de producto crepado tradicionalmente ha hecho tales análisis predictivos y correcciones extremadamente difíciles y poco factibles. El documento WO93/06300A1 divulga un método y dispositivo conocidos para ajustar condiciones de crepado cuando un papel tramado se crepa fuera de la superficie de un secador Yankee.

60 La presente invención tiene por objetivo responder a las necesidades técnicas anteriormente mencionadas proporcionando un método y una máquina como se propone en las siguientes reivindicaciones.

65 Breve resumen de la invención

La presente invención se refiere a un método predictivo para regular la aplicación de un revestimiento adhesivo a un secador Yankee de acuerdo con la reivindicación 1 y a una máquina para fabricar un producto crepado que comprende un sistema de control de revestimiento adhesivo para regular la aplicación de un revestimiento adhesivo a la superficie de un secador Yankee de acuerdo con la reivindicación 8. Características adicionales del método y máquina se definen en las reivindicaciones dependientes.

Se conoce en la industria que fuentes de fibra con finos excesivos tienden a tener una afinidad con la superficie de secador Yankee. Fuentes de fibra reciclada tal como Residuos de Oficina Mezclados (MOW), por ejemplo, tienen más finos y desechos aniónicos tal como ceniza que otras fuentes de fibra tal como eucalipto virgen. También se conoce convencionalmente en la industria que estas composiciones de fabricación recicladas tienden a "depositar" más material en la superficie del secador Yankee. Sin embargo, no existen técnicas comúnmente entendidas o de otra manera convencionales en la industria para predecir cuántos de estos finos, desechos y ceniza se adherirían a la superficie de secador Yankee.

De acuerdo con sistemas y métodos según se divulgan en este documento, se desarrollan algoritmos predictivos con arreglo a supervisión estrecha de condiciones de máquina en el extremo húmedo, en el que se construyen relaciones y correlaciones de causa y efecto. Las correlaciones y algoritmos pueden ser, en ciertas realizaciones, dinámicos con el paso del tiempo a medida que se proporciona información adicional, tal como en el contexto de aprendizaje de máquina. Se recopilan continuamente mediciones en línea con respecto condiciones de extremo húmedo para un proceso de fabricación de producto crepado, y el sistema implementa los algoritmos desarrollados y las mediciones en tiempo real para percibir instantáneamente cambios en las características de la pasta y tener en cuenta o notificar esa información, haciendo ajustes apropiados de valores de velocidad de máquina y flujo de pasta actuales en lugar de depender de los respectivos puntos de ajuste. El sistema por consiguiente se configura para predecir la cantidad de revestimiento natural que podría transferirse o se transferiría a la superficie de secador Yankee, sustancialmente en tiempo real.

Por consiguiente, un sistema y método como se describen en este documento emplean dispositivos de medición en línea combinados con software y hardware según se necesiten para medir y supervisar características asociadas con transferencia de revestimiento natural predicha, en el que el proceso puede regularse en tiempo real.

En un aspecto, un sistema y método como se divulgan en este documento habilitan la visualización, tendencia y acceso remoto en tiempo real a datos relevantes. Estos datos pueden proporcionar soporte de decisión para un fabricante de producto crepado con respecto a la cantidad requerida de revestimiento adhesivo a aplicar a la superficie de secador Yankee basándose en la cantidad de revestimiento natural presente en la composición de fabricación.

Además de proporcionar soporte de decisión en forma de supervisión, tendencia y anticipación de acción correctiva potencial, en otro aspecto un sistema y método como se divulgan en este documento determinan y recomiendan un valor óptimo para parámetros de operación de máquina tal como, por ejemplo, una tasa de alimentación de revestimiento adhesivo, en el que el operador puede, por ejemplo, proporcionar acción correctiva basándose al menos en parte en las recomendaciones de sistema.

En otro aspecto, un sistema y método como se divulgan en este documento incluyen un modo correctivo automático en el que se habilita una operación de control directo (bucle abierto) para identificar y automáticamente implementar una acción correctiva para uno o más parámetros de operación de máquina, a través de regulación de las herramientas de trabajo asociadas, por ejemplo, bombas en un dispositivo de aplicación de revestimiento adhesivo. La operación de control puede ser proporcional en naturaleza, en el que el controlador identifica un aspecto direccional de la corrección deseada para obtener un revestimiento adhesivo óptimo basándose en al menos la transferencia de revestimiento natural predicha, y la operación de control puede incluir en ciertas realizaciones adicionalmente un aspecto integral y/o derivativo en el que las etapas correctivas tienen en cuenta una tasa de cambio con el paso del tiempo para evitar sustancialmente excederse.

En otro aspecto, un sistema y método como se divulgan en este documento incluyen dispositivos de medición en línea para enviar características de revestimiento adhesivo reales con respecto a la superficie de secador Yankee, en el que puede adicionalmente implementarse un control de realimentación (bucle cerrado) para tener en cuenta, por ejemplo, grosor, uniformidad y similares del revestimiento.

En aún otro aspecto, un sistema y método como se divulgan en este documento y de acuerdo con las siguientes reivindicaciones recopilan continuamente datos en tiempo real con respecto a al menos conductividad, turbiedad y pH.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de bloques que representa una realización de un sistema como se divulga en este documento.

La Figura 2 es un diagrama de flujo que representa una realización de un método como se divulga en este documento.

La Figura 3 es un diagrama gráfico que representa datos de prueba recopilados de una máquina de papel tisú ilustrativa.

La Figura 4 es un diagrama gráfico que representa cálculos de un potencial de revestimiento natural a partir de los datos de prueba recopilados y representados en la Figura 3.

5 La Figura 5 es un diagrama gráfico que representa niveles variables de potencial de revestimiento natural con respecto a múltiples tipos de fuentes de fibra ilustrativa.

Descripción detallada de la invención

10 Haciendo referencia en general a las Figuras 1-5, pueden describirse ahora en detalle diversas realizaciones ilustrativas de una invención. Donde las diversas figuras pueden describir realizaciones que comparten diversos elementos comunes y características con otras realizaciones, se proporcionan los mismos números de referencia a elementos y características similares y puede omitirse a continuación una descripción redundante de los mismos.

15 La expresión "producto crepado" como se usa en este documento puede referirse en general a material laminar fibroso, que puede incluir materiales adicionales. Fibras asociadas pueden ser sintéticas, naturales o combinaciones de las mismas. El "proceso de fabricación de producto crepado" como se denomina en este documento puede incluir en general al menos la formación de una suspensión acuosa que comprende las fibras asociadas, deshidratando la suspensión para formar una hoja fibrosa continua, aplicando la hoja a la superficie de secador Yankee para el propósito de secar la hoja fibrosa, y regulando una cantidad y calidad de ayudas de adhesión y liberación aplicadas a la superficie del secador Yankee.

20 Haciendo referencia primero a la Figura 1, puede proporcionarse una realización de un sistema de control de adhesión de secador Yankee 100 como se divulga en este documento con respecto a un sistema y proceso de fabricación de producto crepado.

25 Una fase de producción de producto crepado 110 como se representa en la Figura 1 es sustancialmente como se conoce convencionalmente, y no es necesaria una descripción detallada en este punto para los expertos en la materia. Un secador Yankee 112 se configura en asociación proximal con uno o más rollos de presión 114 para dirigir la hoja fibrosa húmeda continua 116 a través de la superficie del secador Yankee 112 y eliminar tanta agua como sea posible de la hoja. Pueden configurarse adicionalmente una cuchilla de crepado y un carrete (no mostrados) para acoplar la hoja 116, tal como en un extremo opuesto del secador Yankee 112 con respecto al rollo de presión.

30 Se proporciona un sistema de aplicación de revestimiento 118 para proyectar un revestimiento adhesivo sintético a través de la superficie del secador. El revestimiento adhesivo puede incluir cualquiera de diversos componentes y combinaciones de los mismos, como se conocen bien en la técnica, pero pueden caracterizarse generalmente como que incluyen al menos una porción de ayuda de adhesión para provocar que la hoja se adhiera correctamente a la superficie del secador Yankee, y una porción de ayuda de liberación para provocar que la hoja se libere correctamente de la superficie del secador Yankee tras acoplamiento por la cuchilla de crepado. La unidad de aplicación de revestimiento 118 puede incluir en general uno o más aditivos químicos proporcionados en determinadas cantidades relativas en un tanque de mezclado, y alimentarse desde el tanque a un conjunto de boquillas de pulverización orientadas transversalmente con respecto a un diámetro del secador Yankee, y sustancialmente a través de una anchura del secador Yankee para proporcionar preferentemente un revestimiento relativamente uniforme. En una realización, la porción de ayuda de adhesión y la porción de ayuda de liberación preferentemente pueden mezclarse juntas antes de aplicación en un revestimiento de secador Yankee como se hace referencia en este documento, pero en una realización alternativa diversos componentes constitutivos del revestimiento adhesivo general pueden pulverizarse independientemente en la superficie de secador Yankee. Una tasa de flujo objetivo inicial del revestimiento adhesivo puede determinarse basándose en diversas variables que incluyen, pero no necesariamente se limitan a, un espaciamiento de boquillas, distancia de las boquillas de la superficie de secador Yankee, ángulo de pulverización y similares.

35 Como se indicó anteriormente, un sistema de control de adhesión de secador Yankee como se divulga puede configurarse preferentemente para medir de forma predictiva y analizar un revestimiento natural asociado con la pasta/hoja fibrosa para determinar la influencia directa en tiempo real de química de extremo húmedo y el tipo de composición de fabricación con su nivel de refinamiento, dureza de agua, nivel de ceniza, etc. Este revestimiento natural impactará en características de revestimiento de secador Yankee tales como dureza y, por lo tanto, el nivel de protección del secador Yankee. Por ejemplo, un experto en la materia puede apreciar que cuando el revestimiento de secador Yankee se vuelve demasiado duro, esto puede conducir a un fenómeno denominado como "pegar y resbalar", que puede resultar en eventos de vibración. Por lo tanto, un objeto de un sistema y método como se divulgan en este documento puede ser proporcionar información en línea para gestionar proactivamente el nivel de adhesivo y garantizar que la cuchilla de crepado se monta en el revestimiento sintético (y no en la superficie de metal de Yankee). Una lista ilustrativa y no limitante de beneficios del revestimiento natural en línea incluyen: prevención de vibración; mejor vida útil de cuchilla de crepado y reducción de desgaste de cuchilla de crepado; transferencia y calidad de hoja óptimas; suavidad del producto final; prevención de relleno de fieltro; y eficiencia de crepado (velocidad de carrete).

60 Una realización de una fase de recopilación de datos 120 se añade por consiguiente en el sistema 100 para

proporcionar las mediciones en tiempo real referidas anteriormente. Se configuran uno o más sensores en línea 122 para proporcionar mediciones sustancialmente continuas con respecto a características de la pasta/hoja fibrosa. Sensores en línea se conocen bien en la técnica para el propósito de detectar o calcular características tales como turbiedad, conductividad, pH y similares, y tales sensores ilustrativos se consideran como totalmente compatibles con el alcance de un sistema y método como se divulgan en este documento. La expresión "en línea" como se usa en este documento puede referirse en general al uso de un sensor o elementos de sensor ubicados proximalmente a la máquina o elementos de proceso asociados y generación de señales de salida en tiempo real que corresponden a las características de operación deseadas, como se distinguen de recopilación de muestras manual o automatizada y análisis "fuera de línea" en un laboratorio o a través de observación visual por uno o más operadores.

Sensores individuales pueden implementarse de forma separada para que se recopilen las respectivas mediciones o, en algunas realizaciones, uno o más sensores individuales pueden proporcionar respectivos resultados que se implementan para el cálculo de múltiples variables. Sensores individuales pueden montarse y configurarse de forma separada, o el sistema puede proporcionar un alojamiento modular que incluye una pluralidad de sensores o elementos de detección. Sensores o elementos de sensor pueden montarse de forma permanente o portátil en una ubicación particular respectiva a la operación de máquina o pueden ser dinámicamente ajustables en posición para recopilar datos de una pluralidad de ubicaciones durante la operación de máquina.

Se configuran uno o más sensores en línea adicionales 124 para proporcionar sustancialmente mediciones continuas con respecto a parámetros de operación de máquina. Se proporciona y configura adicionalmente una interfaz de usuario 128 para habilitar entrada de operador con respecto a parámetros y/o coeficientes adicionales como se describe adicionalmente a continuación. La expresión "interfaz de usuario" como se usa en este documento puede incluir, a no ser que se indique de otra manera, cualquier módulo de entrada-salida con respecto al controlador y/o el servidor de datos alojado incluyendo, pero sin limitación: un panel de operador estacionario con entrada de datos mediante teclas, pantalla táctil, botones, diales o similares; portales web, tal como páginas web individuales o las que definen colectivamente un sitio web alojado; aplicaciones de dispositivo móvil y similares.

El término "continuo" como se usa en este documento, al menos con respecto a las mediciones divulgadas, no requiere un grado explícito de continuidad, sino que puede describir en general una serie de mediciones en línea que corresponden a capacidades físicas o tecnológicas de los sensores, las capacidades físicas o tecnológicas de los medios de transmisión, las capacidades físicas o tecnológicas del controlador y/o interfaz configurados para recibir las señales de salida de sensor, y/o los requisitos del bucle o bucles de control asociados. Por ejemplo, pueden tomarse mediciones y proporcionarse periódicamente a una tasa menor que la tasa máxima posible basándose en los componentes de hardware relevantes, basándose en una configuración de control que suaviza valores de entrada con el paso del tiempo o de otra manera no se beneficia de una frecuencia aumentada de datos de entrada, y aún se consideran "continuas".

En una realización, puede añadirse una fase de conversión 126 para el propósito de convertir señales sin procesar desde uno o más de los sensores en línea 122 a una señal compatible con los requisitos de entrada de un controlador 132. Por ejemplo, y como se describe adicionalmente a continuación, pueden recibirse señales de medición de turbiedad sin procesar en la fase de conversor 126 y convertirse a señales de 4-20 mA que corresponden a los sólidos suspendidos totales ("TSS") para una muestra dada o porción relevante de la composición en línea.

Los datos de medición en línea desde los diversos sensores, y los datos de entrada desde uno o más usuarios a través de la interfaz de usuario, se proporcionan a una fase de procesamiento y control 130, una realización de la cual se representa en la Figura 1 como incluyendo un controlador 132. El controlador 132 puede ser un controlador "local" configurado para recibir directamente las señales anteriormente mencionadas y realizar procesamiento de datos especificado y funciones de control, mientras corresponde de forma separada con un controlador remoto o centralmente ubicado 150 a través de una red de comunicaciones, en el que el controlador centralmente ubicado 150 se configura para realizar funciones adicionales o coordinar esfuerzos de control en un contexto administrativo a través de una pluralidad de fases de producción o similar. En una realización, el controlador 132 puede configurarse para realizar cada una de las funciones de otra manera distinguidas locales y distribuidas. En una realización, los respectivos controladores locales 132 para cada una de una pluralidad de operaciones o zonas de producción pueden comprender controladores "distribuidos" que son efectivos para tomar el control local sobre funciones de operación y control específicas, por ejemplo, en el contexto de un fallo de comunicación u otra alarma o estado definidos, mientras que el controlador central 150 mantiene la supervisión y control generales de las diversas operaciones durante modos de operación de estado estable.

Términos tales como "controlador", "circuito de control" y "circuitaría de control" como se usan en este documento pueden referirse a, incorporarse por o de otra manera incluirse dentro de una máquina, tal como un procesador de fin general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un campo de matriz de puertas programables (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o lógica de transistor, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñados y programados para realizar o provocar la realización de ciertos actos, funciones y algoritmos descritos en este documento. Un procesador de fin general puede ser un microprocesador, pero como alternativa, el procesador puede ser un microcontrolador o máquina de estados, combinaciones de los mismos o similar. Un procesador puede también implementarse como una

combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en conjunto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

5 Dependiendo de la realización, ciertos actos, eventos o funciones de cualquiera de los algoritmos descritos en este documento pueden realizarse en una secuencia diferente, pueden añadirse, fusionarse o excluirse por completo (por ejemplo, no todos los actos o eventos descritos son necesarios para la práctica del algoritmo). Además, en ciertas realizaciones, actos o eventos pueden realizarse simultáneamente, por ejemplo, a través de procesamiento de múltiple tratamiento, procesamiento de interrupción o múltiples procesadores o núcleos de procesadores o en otras arquitecturas paralelas, en lugar de secuencialmente.

15 Las etapas de un método, proceso o algoritmo descritas en conexión con las realizaciones divulgadas en este documento pueden incorporarse directamente en hardware de controlador, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o cualquier otra forma de medio legible por ordenador conocido en la técnica. Un medio legible por ordenador ilustrativo puede acoplarse al procesador de tal forma que el procesador puede leer información de, y escribir información en, la memoria/medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio puede ser integral al procesador. El procesador y el medio pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. Como alternativa, el procesador y el medio pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

25 En una realización, un controlador 132 de la fase de procesamiento y control de datos 130 puede enlazarse comunicativamente con un servidor de datos propietario y/o almacenamiento de datos 160, tal como por ejemplo una base de datos histórica basada en la nube. El servidor de datos históricos puede configurarse, por ejemplo para obtener, procesar y agregar/almacenar datos para el propósito de desarrollar correlaciones con el paso del tiempo, mejorar regresiones lineales existentes u otros algoritmos iterativos relevantes, etc. El controlador 132 puede configurarse para incluir ciertas correlaciones, ecuaciones y/o algoritmos en un almacenamiento de datos local, mientras transmite de forma continua o periódica datos relevantes al servidor histórico y, por ejemplo, recupera periódicamente cualquier cambio en las correlaciones, ecuaciones y/o algoritmos como puede determinarse con los datos de entrada adicionales con el paso del tiempo a través de, por ejemplo, aprendizaje de máquina.

35 Haciendo referencia ahora a la Figura 2, puede describirse ahora una realización para un método ilustrativo de regulación de revestimiento adhesivo para un secador Yankee en tiempo real prediciendo un potencial de revestimiento natural, sustancialmente de acuerdo con una realización del sistema como se divulga anteriormente.

40 En la realización particular, se configuran uno o más sensores en línea 122 para proporcionar mediciones que corresponden a características de pasta/hoja fibrosa que comprenden al menos turbiedad y conductividad. Conversión desde las unidades de turbiedad óptica sin procesar a sólidos suspendidos totales (TSS, mg/l) es lineal y puede configurarse fácilmente en el convertidor. Conversión desde las mediciones de conductividad sin procesar (como se toman, por ejemplo, en micro-siemens) a sólidos disueltos totales (TDS, mg/l) no es lineal, y la determinación manual de relaciones de acuerdo con técnicas convencionales requieren unas pruebas mucho más largas que implican evaporar agua de la muestra. En una realización del sistema como se divulga en este documento el convertidor, que en diversas realizaciones puede enlazarse a o como alternativa integrarse con el controlador, puede implementar correlaciones predeterminadas para convertir valores sin procesar desde, por ejemplo, el sensor de conductividad con un valor de TDS en tiempo real y sin requerir el proceso de muestreo manual, basándose en coeficientes calculados, resultados recuperados y almacenados históricos, o relaciones extrapoladas como alternativa de los mismos. En una realización particular, ciertos coeficientes o relaciones a implementar para la conversión de unidades de turbiedad a TSS, y/o la conversión de conductividad a TDS, pueden proporcionarse o actualizarse manualmente desde operadores a través de la interfaz de usuario, por ejemplo, en el contexto de un respectivo cambio de producto o composición de fabricación.

55 En una realización, pueden proporcionarse adicionalmente sensores de pH, ya que el valor de pH influye en parámetros clave que afectan al revestimiento de secador Yankee y la calidad de la hoja final. Por ejemplo, un experto en la materia puede apreciar que pH puede tener impacto en química de extremo húmedo, drenaje, carga y otras condiciones que a su vez pueden afectar a la consistencia de rollo de presión posterior (sequedad en la línea de contacto de rollos de presión) que tendrá impacto en el revestimiento de secador Yankee aumentando o disminuyendo la cantidad de rehumectación provocada por una hoja más húmeda o más seca adhiriéndose al revestimiento. El pH y el impacto en drenaje pueden, por lo tanto, ser un factor crítico en el rendimiento del revestimiento y formación de revestimiento natural y posteriores ajustes necesarios para mantener buena calidad y suavidad de crepé.

60 En una realización, un uno o más sensores adicionales pueden detectar valores en tiempo real para una o más variables (tal como temperatura), para correlacionar mejor valores de entrada sin procesar para, por ejemplo, conductividad con valores convertidos (por ejemplo, TDS) basándose en relaciones predeterminadas que pueden incluir o de otra manera verse influenciadas por factores asociados (tal como temperatura).

65 Usando los datos en línea, o valores convertidos a partir de los mismos, y adicionalmente teniendo en cuenta la

velocidad de máquina y flujo de pasta (como se obtienen, por ejemplo, a partir de uno o más sensores en línea) y la anchura de máquina (como se obtienen, por ejemplo, a partir de la interfaz de operador), el controlador puede configurarse para hacer predicciones sobre cómo cambiarán las propiedades de la superficie de secador Yankee de acuerdo con cambios en la fuente de fibras para la pasta, tal como por ejemplo desde virgen a reciclada, y entre diversos otros tipos o relaciones de los mismos. El controlador en una realización primero a través de la etapa 134 calcula el potencial para revestimiento natural (NCP) en el secador Yankee de acuerdo con la siguiente ecuación ilustrativa:

$$\frac{(TSS + TDS)mg}{m^3} * \frac{(flujo\ de\ pasta)m^3}{mín} * \frac{mín}{(velocidad\ de\ máquina)m} * \frac{1}{(anchura\ de\ máquina)m} = NCP \frac{mg}{m^2}$$

El controlador a continuación puede determinar a través de la etapa 136 tasas de alimentación de revestimiento óptimas, conociendo, por ejemplo, qué fuente de fibra se está usando, junto con el grado que se produce y la velocidad de máquina. En una realización, el controlador puede determinar ajustes óptimos para componentes constituyentes (por ejemplo, aditivos químicos individuales o combinaciones de los mismos que tienen efectos comunes) del revestimiento adhesivo, tal como por ejemplo componentes de ayuda de adhesión o componentes de ayuda de liberación. Por ejemplo, donde el sistema de aplicación de revestimiento puede incluir una pluralidad de bombas asociadas con respectivos aditivos químicos para la mezcla de revestimiento sintético, el controlador 132 puede configurarse para determinar ajustes óptimos o ajustes a una o más bombas individuales o tasas de flujo asociadas a través de las mismas para el propósito de optimización del revestimiento adhesivo total en la superficie de secador Yankee. En una realización, el controlador puede determinar como alternativa ajustes óptimos para una tasa de alimentación de adhesivo general, independiente de distinciones entre los componentes constituyentes.

El controlador puede enlazarse comunicativamente en general con una unidad de visualización 138, por ejemplo, ya que puede colocarse localmente con respecto a un panel de control de operador, remotamente con respecto a, por ejemplo, un cuadro de mandos basado en servidor y/o en línea, o ambos. El controlador puede generar programáticamente valores visualizados que corresponden a cualquiera o todos los valores detectados, los valores convertidos que corresponden a los TSS y/o TDS, el potencial de revestimiento natural (NCP) y la tasa o tasas de alimentación de revestimiento de superficie de secador Yankee óptimas. En una realización, el sistema puede proporcionarse con un modo manual, en el que se autorizan uno o más operadores para implementar cualquier cambio deseado en los puntos de ajuste de tasa de alimentación para el sistema de aplicación de revestimiento.

En una realización, el controlador puede estar provisto adicionalmente de un modo automático 140, en el que valor o valores de tasa de alimentación óptima pueden compararse con respectivos valores reales o valores de tasa de alimentación detectados, y señales de control generadas basándose en los mismos. En un ejemplo, se habilita una operación de control directo (bucle abierto) para identificar y automáticamente implementar una acción correctiva para uno o más parámetros de operación de máquina, a través de regulación de las herramientas de trabajo asociadas, por ejemplo, bombas en el sistema de aplicación de revestimiento adhesivo 118. La operación de control puede ser proporcional en naturaleza, en la que el controlador identifica un aspecto direccional de la corrección deseada para obtener (o dirigir el sistema hacia) un revestimiento adhesivo óptimo, y la operación de control puede incluir en ciertas realizaciones adicionalmente un aspecto integral y/o derivativo en el que las etapas correctivas tienen en cuenta una tasa de cambio con el paso del tiempo para evitar sustancialmente excederse.

El sistema puede habilitar que los operadores conmuten selectivamente el control de la tasa de alimentación de revestimiento desde modo automático a modo manual, de tal forma que los operadores pueden usar su criterio para hacer ajustes en las recomendaciones proporcionadas. En algunas realizaciones, el sistema puede configurarse para avisar o de otra manera proporcionar alarmas a operadores a través de la interfaz de usuario para confirmar que tiene que mantenerse el modo automático. El sistema puede proporcionar tales avisos o alarmas en asociación con, por ejemplo, valores óptimos predichos, medidas correctivas o cualquier otra tendencia supervisada en la operación que se encuentra fuera de los umbrales definidos para patrones históricos.

En cualquier de los modos de operación manual o automático, el controlador 132 puede enlazarse comunicativamente en general con las bombas químicas o reguladores locales o accionadores de control asociados con el sistema de aplicación de revestimiento adhesivo 118 para el propósito de implementar ajustes manuales o automáticos a ajustes de tasa de alimentación particulares. Tales enlaces, así como enlaces de comunicación con respecto a al menos los diversos sensores, la interfaz de usuario, los controladores, el servidor de datos históricos, etc., pueden proporcionarse a través de respectivas redes de comunicaciones. La expresión "red de comunicaciones" como se usa en este documento con respecto a comunicación de datos entre dos o más componentes de sistema o de otra manera entre interfaces de redes de comunicaciones asociadas con dos o más componentes de sistema pueden referirse a cualquiera de, o una combinación de cualquiera dos o más de, redes de telecomunicaciones (ya sean por cable, inalámbricas, celulares o similares), una red global tal como internet, redes locales, enlaces de red, Proveedores de Servicios de Internet (ISP) e interfaces de comunicación intermedias. Puede implementarse una cualquiera o más normas de interfaz reconocidas con las mismas, incluyendo pero sin limitación a Bluetooth, RF, Ethernet y similares.

En una realización, un sistema 100 y operación de fase de control 130 como se divulgan en este documento pueden incluir dispositivos de medición en línea 142 adicionales para enviar características de revestimiento adhesivo reales

con respecto a la superficie de secador Yankee. Puede implementarse adicionalmente un control de realimentación (bucle cerrado) 144 para tener en cuenta una o más tales características, por ejemplo, grosor de revestimiento, uniformidad, composición y similares.

5 Haciendo referencia ahora a las Figuras 3-5, puede proporcionarse una descripción adicional para demostrar las diversas relaciones y efectos. En una operación de prueba a partir de la cual se derivaron los diversos puntos de datos gráficamente presentados, por ejemplo, puede demostrarse que tasas de alimentación de revestimiento y liberación deberían haber cambiado más allá de sus ajustes de velocidad de máquina normales, y los beneficios de supervisión y ajuste en tiempo real se vuelven fácilmente aparentes.

10 La Figura 3 ilustra datos recopilados para conductividad y sólidos suspendidos totales durante un periodo de dos días con respecto a una máquina de papel tisú ilustrativa. Como un experto en la materia puede apreciar a partir de los datos presentados, los valores de conductividad y TSS pueden cambiar muy rápidamente en la máquina. Existe una variación del 5-10 por ciento en conductividad en el ejemplo mostrado, y los sólidos suspendidos totales en el flujo medido varían más del 15 por ciento. Ambos de estos factores pueden a su vez modificar la química en el sistema, y cambiar la formación de hoja, retención, drenaje y las propiedades del revestimiento de superficie de secador Yankee. A medida que la fuente de fibra se cambia (por ejemplo, de virgen a reciclada, o cambios en relaciones asociadas de las mismas) en asociación con las líneas verticales discontinuas ilustradas, se altera la cantidad de revestimiento natural en la superficie de secador Yankee, como se muestra en los valores calculados en la Figura 4, y se tiene en cuenta para entradas en tiempo real para velocidad de máquina y tasa de alimentación. Diversas realizaciones de un sistema como se divulga en este documento, por lo tanto, habilitan o facilitan ajustes a un nivel ayuda de adhesión o de química de liberación, como si el revestimiento de secador Yankee no se ajusta a medida que cambian las condiciones de máquina, la producción puede verse afectada (por ejemplo, se interrumpe) y la calidad de producto crepado resultante también puede comprometerse.

25 Haciendo referencia a la Figura 5, puede verse cómo revestimiento natural varía con diferentes composiciones de fabricación (fuentes de fibra). En el ejemplo mostrado, la fábrica en diferentes momentos usa eucalipto (EUC), kraft de madera blanda blanqueada del norte (NBSK) y fibra reciclada (RF), a menudo en diferentes relaciones. La cantidad de revestimiento natural en la superficie de secador Yankee cambia de una fuente de fibra a otra. Obsérvese también que condiciones pueden continuar cambiando muchos después de que se haga un cambio de composición de fabricación, como, por ejemplo, se ilustra durante el periodo de tiempo 502 con 70 % EUC y 30 % NBSK. Los segmentos 501 y 503 etiquetados "50 % EUC, 50 % RF" representan dos periodos de tiempo diferentes, pero con resultados similares.

35 Por consiguiente, en una realización el controlador 132 puede configurarse para identificar un cambio de grado hecho en la máquina (o proyectado a hacerse), en el que pueden hacerse cambios en la química de revestimiento sintético en anticipación de la diferencia en revestimiento natural. El controlador 132 puede, por ejemplo, recibir información desde los operadores a través de la interfaz de usuario que define un ajuste de composición de fabricación próximo, algoritmos o datos históricos que corresponde a la composición de composición de fabricación próxima y determina valores o ajustes próximos a los puntos de ajuste para uno o más componentes en el sistema de aplicación de revestimiento adhesivo 118, basándose adicionalmente al menos en parte en los valores reales (en tiempo real) para alguno o todos de la velocidad de máquina, tasa de alimentación, anchura de máquina, temperatura, etc.

45 En un evento de este tipo, el controlador 132 puede configurarse para proporcionar un potencial de revestimiento natural predicho inicial basándose solo en el cambio de composición de fabricación, y para determinar un ajuste de revestimiento adhesivo óptimo inicial pero provisional (o conjunto de ajustes). La predicción y determinaciones iniciales pueden describirse como "provisionales" en que un ajuste de respuesta de control de otra manera agresivo puede atenuarse por el controlador para tener en cuenta la naturaleza de bucle abierto (alimentación directa), mientras que el controlador puede aumentar dinámicamente ajustes de respuesta de control o recomendaciones ya que se proporciona realimentación con respecto a cambios supervisados en la turbiedad y/o conductividad en el deshecho de una hoja continua asociada con el nuevo cambio de composición de fabricación. En diversas realizaciones, el controlador 132 aún puede modificar adicionalmente dinámicamente ajustes de respuesta de control, y/o las correlaciones o algoritmos que dirigen futuros valores o ajustes óptimos determinados, basándose en realimentación de sensor adicional (en realizaciones en las que está disponible) con respecto a una composición real, grosor y/o uniformidad de los mismos con respecto al revestimiento a través de la superficie de secador Yankee.

60 La anterior descripción detallada se ha proporcionado para los propósitos de ilustración y descripción. Por lo tanto, aunque se han descrito realizaciones particulares de una invención nueva y útil, no se pretende que tales referencias se interpreten como limitaciones del alcance de esta invención excepto como se expone en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método predictivo para regular aplicación de un revestimiento adhesivo a un secador Yankee (112), como parte de un proceso para fabricar un producto crepado que comprende generar una hoja fibrosa continua (116) a partir de una pasta, aplicando la hoja fibrosa a una superficie del secador Yankee y crepando la hoja fibrosa de la superficie del secador Yankee con un rascador de crepado, estando el método caracterizado por que comprende las etapas de:
- medición continua, a través de uno o más sensores en línea (122), de una pluralidad de características que corresponden a la pasta;
 - 10 - detección de forma continua de valores de control de máquina reales que comprenden una tasa de flujo de pasta y una velocidad de máquina;
 - predicción (134) de un potencial de revestimiento natural a aplicar desde la hoja fibrosa a la superficie del secador Yankee, sustancialmente en tiempo real, basándose al menos en parte en las características medidas y los valores de control de máquina reales detectados;
 - 15 - generación de una señal de salida que corresponde al potencial de revestimiento natural predicho;
 - determinación (136) de una tasa de alimentación de revestimiento adhesivo óptima para proyección en la superficie del secador Yankee, basándose al menos en parte en el potencial de revestimiento natural predicho,
 - generación de una señal de salida que corresponde a la tasa de alimentación de revestimiento adhesivo óptima.
- 20 2. El método de la reivindicación 1, caracterizado por que la señal de salida generada se transmite a una unidad de visualización, comprendiendo el método además visualizar la tasa de alimentación de revestimiento adhesivo óptima en la unidad de visualización (138).
- 25 3. El método de la reivindicación 2, caracterizado por que comprende además controlar automáticamente la tasa de alimentación de revestimiento adhesivo basándose en una comparación de uno o más valores óptimos determinados asociados con respectivos valores reales.
- 30 4. El método de la reivindicación 3, caracterizado por que la pasta comprende una o más fuentes de fibra, comprendiendo el método además identificar cambios desde un primer grupo de una o más fuentes de fibra a un segundo grupo de una o más fuentes de fibra durante el proceso, y predecir un potencial de revestimiento natural a aplicar desde la segunda fuente de fibra a una superficie del secador Yankee, sustancialmente en tiempo real, basándose al menos en parte en correlaciones predeterminadas para el segundo grupo de una o más fuentes de fibra.
- 35 5. El método de la reivindicación 4, caracterizado por que el primer y segundo grupos de una o más fuentes de fibra comprenden respectivas primera y segunda relaciones de la misma una o más fuentes de fibra combinadas teniendo correlaciones colectivas conocidas o extrapoladas a las características de operación medidas.
- 40 6. El método de la reivindicación 1, caracterizado por que el uno o más sensores en línea comprenden un sensor de turbiedad, un sensor de conductividad y un sensor de pH.
- 45 7. El método de la reivindicación 6, caracterizado por que comprende además:
- generar un valor para sólidos suspendidos totales asociados con el flujo de pasta basándose en correlaciones predeterminadas con al menos un valor de turbiedad medido;
 - generar un valor para sólidos disueltos totales asociados con el flujo de pasta basándose en correlaciones predeterminadas con al menos un valor de conductividad medido;
- determinándose el potencial de revestimiento natural asociado con la hoja fibrosa, sustancialmente en tiempo real, basándose al menos en parte en los valores generados para sólidos suspendidos totales y sólidos disueltos totales.
- 50 8. Una máquina para fabricar un producto crepado que comprende:
- medios para generar una hoja fibrosa continua (116) a partir de una pasta;
 - un secador Yankee (112) al que se transfiere la hoja fibrosa para acoplar la superficie de dicho secador Yankee, crepándose la hoja fibrosa de la superficie de dicho secador Yankee mediante un rascador de crepado;
 - 55 - una unidad de aplicación de revestimiento adhesivo (118) configurada para aplicar un revestimiento adhesivo a una superficie del secador Yankee, comprendiendo el revestimiento adhesivo una ayuda de adhesión y una ayuda de liberación;
 - un sistema de control de revestimiento adhesivo (130) para regular aplicación del revestimiento adhesivo a la superficie del secador Yankee,
 - 60 caracterizado por que el sistema de control de revestimiento adhesivo comprende:
 - uno o más sensores en línea (122) configurados para medir de forma continua una pluralidad de características que corresponden a la pasta a partir de la cual se genera la hoja fibrosa;
 - 65 - uno o más sensores en línea (124) adicionales configurados para detectar de forma continua valores de control de máquina reales que comprenden una tasa de flujo de pasta y una velocidad de máquina;

- un controlador (132) configurado para:

- predecir (134) un potencial de revestimiento natural a aplicar desde la hoja a la superficie del secador Yankee, sustancialmente en tiempo real, basándose al menos en parte en las características medidas y los valores de control de máquina reales detectados;
- generar una señal de salida que corresponde al potencial de revestimiento natural predicho;
- determinar (136) una tasa de alimentación de revestimiento adhesivo óptima para protección en la superficie del secador Yankee, basándose al menos en parte en el potencial de revestimiento natural predicho; y
- generar una señal de salida que corresponde a la tasa de alimentación de revestimiento adhesivo óptima.

9. La máquina de la reivindicación 8, caracterizada por que el sistema de control de revestimiento adhesivo comprende además una unidad de visualización (138) configurada para recibir la señal de salida generada y para visualizar la tasa de alimentación de revestimiento adhesivo óptima en la unidad de visualización.

10. La máquina de la reivindicación 9, caracterizada por que el controlador (132) se configura para controlar automáticamente la tasa de alimentación de revestimiento adhesivo basándose en una comparación del valor óptimo determinado con una tasa de alimentación de revestimiento adhesivo real.

11. La máquina de la reivindicación 10, caracterizada por que el controlador (132) se configura para identificar cambios desde un primer grupo de una o más fuentes de fibra a un segundo grupo de una o más fuentes de fibra, y para predecir un potencial de revestimiento natural a aplicar desde la segunda fuente de fibra a una superficie del secador Yankee, sustancialmente en tiempo real, basándose al menos en parte en correlaciones predeterminadas para el segundo grupo de una o más fuentes de fibra.

12. La máquina de la reivindicación 11, caracterizada por que el primer y segundo grupos de una o más fuentes de fibra comprenden respectivas primera y segunda relaciones de la misma una o más fuentes de fibra combinadas, comprendiendo el sistema además un almacenamiento de datos (160) enlazado funcionalmente con el controlador, comprendiendo el almacenamiento de datos correlaciones colectivas conocidas o extrapoladas para la primera y segunda relaciones de fuentes de fibra con respecto a las características de operación medidas.

13. La máquina de la reivindicación 8, caracterizada por que el uno o más sensores en línea (122) configurados para medir de forma continua una pluralidad de características que corresponden a la pasta comprenden un sensor de turbiedad, un sensor de conductividad y un sensor de pH.

14. La máquina de la reivindicación 13, caracterizada por que el controlador (132) se configura adicionalmente para:

- generar un valor para sólidos suspendidos totales asociados con el flujo de pasta basándose en correlaciones predeterminadas con al menos un valor de turbiedad medido;
- generar un valor para sólidos disueltos totales asociados con el flujo de pasta basándose en correlaciones predeterminadas con al menos un valor de conductividad medido;

determinándose el potencial de revestimiento natural asociado con la hoja fibrosa, sustancialmente en tiempo real, basándose al menos en parte en los valores generados para sólidos suspendidos totales y sólidos disueltos totales.

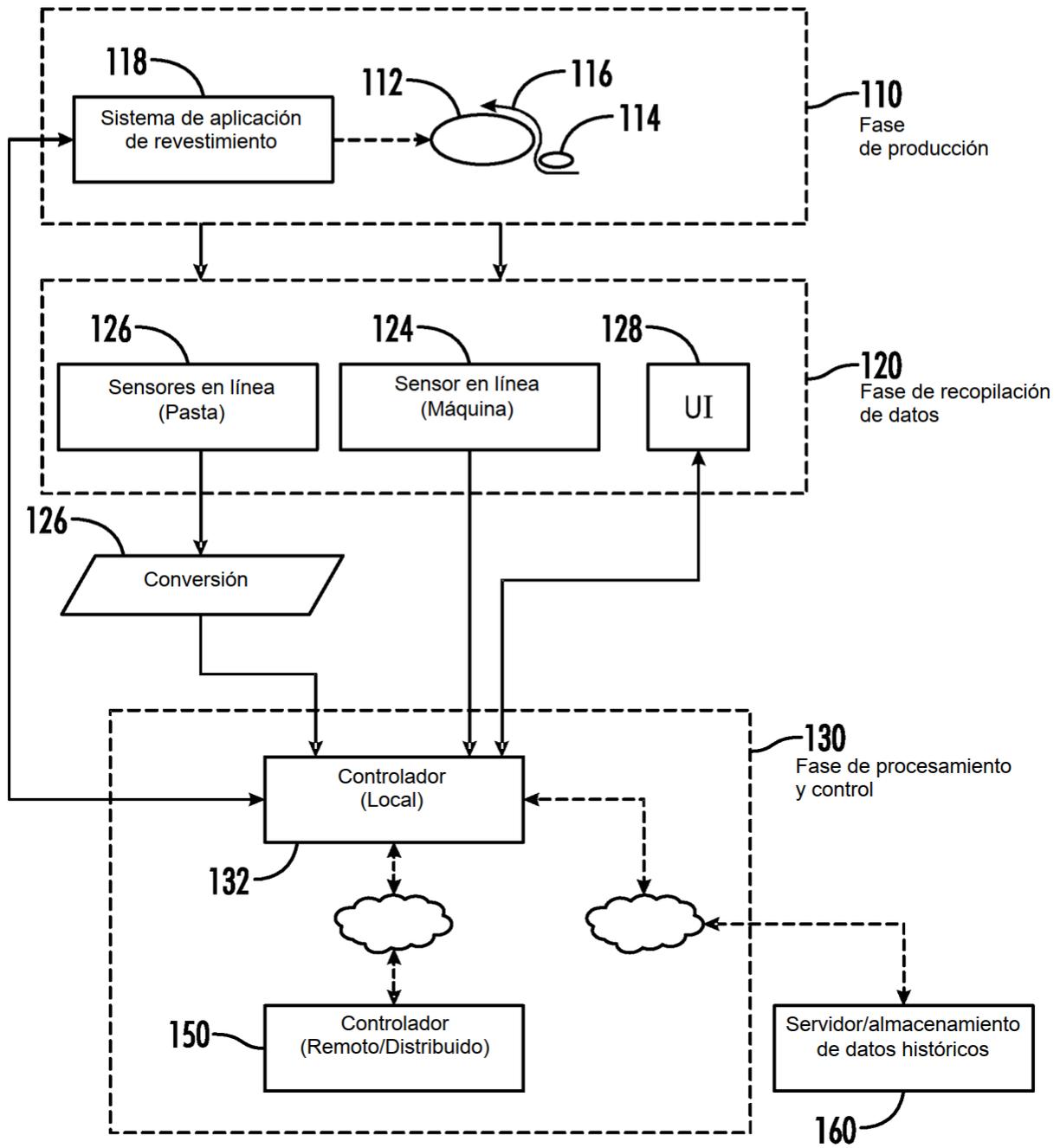


FIG. 1

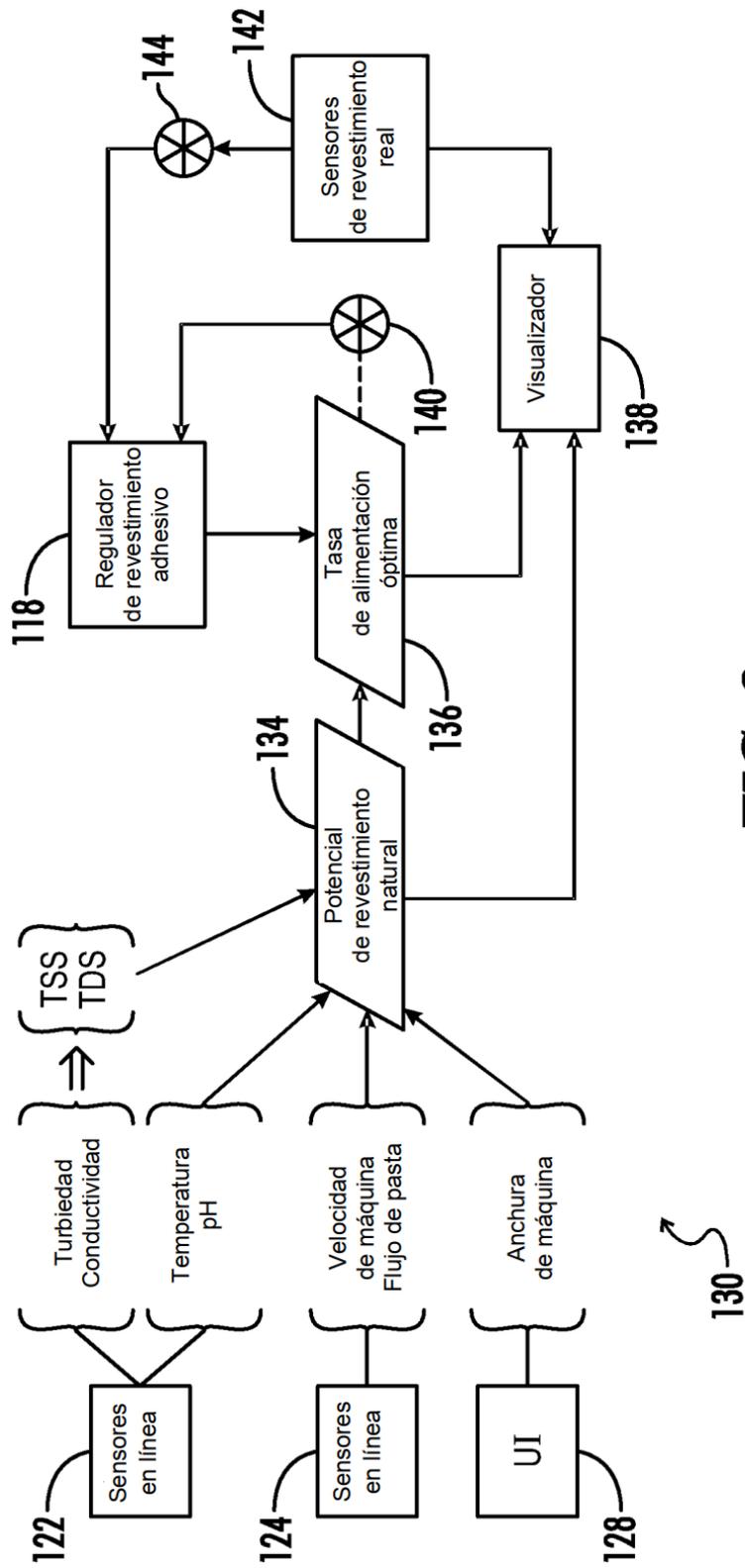


FIG. 2

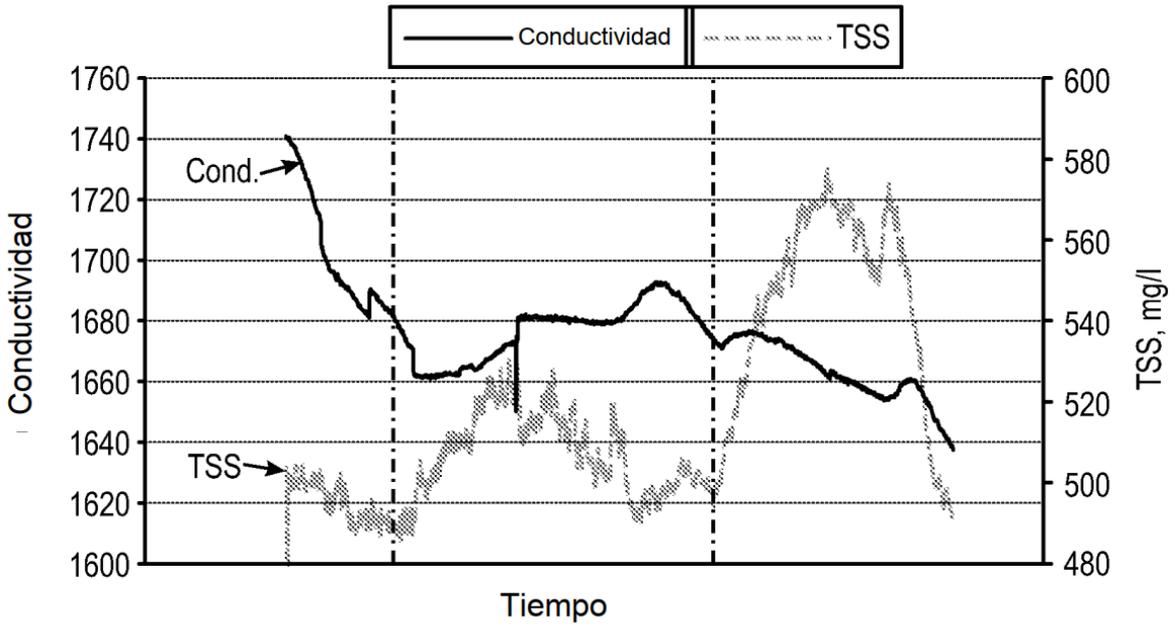


FIG. 3

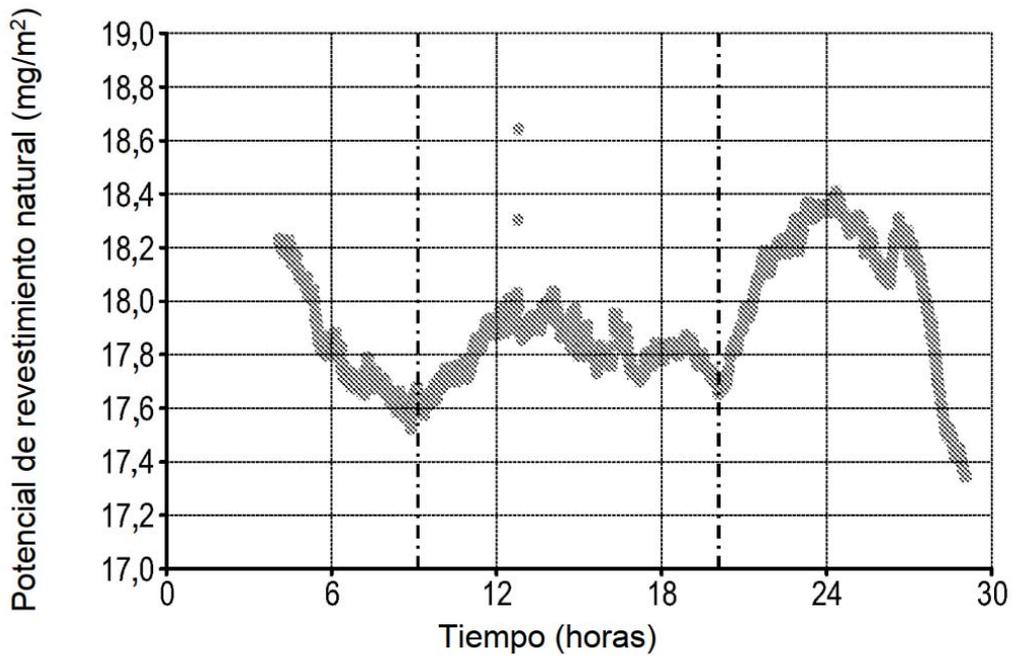


FIG. 4

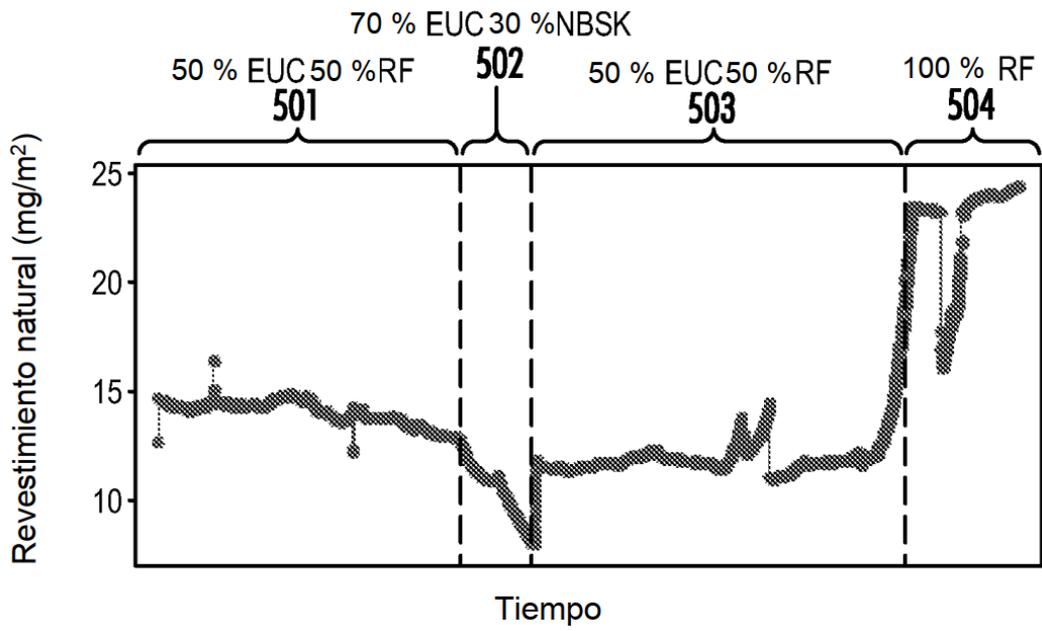


FIG. 5