

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 652**

51 Int. Cl.:

B28B 17/00 (2006.01)

B28B 19/00 (2006.01)

B28B 11/24 (2006.01)

F26B 15/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2014 PCT/US2014/057956**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2015 WO15048611**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2014 E 14783749 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 3052284**

54 Título: **Sistemas para controlar un sistema de transporte durante cambios de productos**

30 Prioridad:

30.09.2013 US 201361884618 P
09.09.2014 US 201414481358

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.10.2019

73 Titular/es:

UNITED STATES GYPSUM COMPANY (100.0%)
550 West Adams Street
Chicago, US

72 Inventor/es:

DELLANGELO, SCOTT M. y
WYKOFF, ROBERT

74 Agente/Representante:

RIZZO , Sergio

ES 2 726 652 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

Sistemas para controlar un sistema de transporte durante cambios de productos

ANTECEDENTES

- 5 **[0001]** La presente descripción se refiere, por lo general, a sistemas para preparar productos de cemento o yeso y, más en concreto, se refiere a sistemas mejorados para controlar una velocidad de línea de un sistema de transporte durante cambios de productos en una línea de producción de cartón yeso.
- 10 **[0002]** Habitualmente, los productos de yeso, tales como el sulfato de calcio dihidrato, se preparan con ingredientes básicos típicos, incluido el yeso calcinado, tales como el sulfato de calcio hemihidrato o anhidro, y agua. Normalmente, se utiliza una mezcladora de lechada para suministrar lechada de yeso agitada a la línea de producción de cartón yeso. Se describen varios tipos de fabricación de paneles de cartón yeso en las patentes estadounidenses coasignadas n.º 6,494,609 y 6,986,812.
- 15 **[0003]** Como resulta conocido en la técnica, se proporciona una mezcladora para dispersar de manera uniforme yeso calcinado en agua para formar una lechada, y a continuación la lechada se cuela en un molde con la forma deseada o en una superficie para dejar que la lechada se fragüe y forme yeso endurecido mediante reacción química del yeso calcinado y el agua. Se proporciona un producto de yeso ligero añadiendo uniformemente espuma acuosa en la lechada para producir burbujas de aire. Esto da como resultado una distribución uniforme de huecos en el producto de yeso fraguado cuando las burbujas están confinadas en la lechada antes de que el yeso se endurezca.
- 20 **[0004]** Conforme la lechada se desplaza hacia una placa de moldeo en un sistema de transporte, se determina un grosor de la lechada mediante una ubicación predeterminada de la placa de moldeo sobre una cinta transportadora. Dependiendo del caudal de masa de la lechada que se desplaza sobre la cinta transportadora con respecto a una velocidad de línea del sistema de transporte, no se logra fácilmente mantener un flujo normalmente laminar de la lechada antes de llegar a la placa de moldeo. Una velocidad de línea óptima hace referencia normalmente a una velocidad máxima posible que puede soportar el sistema de transporte sin formar una cabeza de lechada problemática justo antes de llegar a la placa de moldeo.
- 25 **[0005]** Cuando la velocidad de línea es demasiado rápida con respecto al caudal de masa de la lechada que se desplaza sobre la cinta transportadora, el exceso de lechada que no puede atravesar la placa de moldeo forma la cabeza de lechada frente a la placa de moldeo, produciendo una acumulación irregular y frecuentes obstrucciones en la placa de moldeo de la línea de producción. En concreto, cuando se inicia el cambio de productos, se modifica una composición o índice de densidad del producto de yeso, y también se altera el caudal de masa de la lechada en función de los requisitos del cambio de producto.
- 30 **[0006]** Por lo tanto, resulta necesario controlar la velocidad de línea del sistema de transporte durante los cambios de productos de tal manera que se mantenga la velocidad de línea óptima para el flujo laminar de la lechada.
- 35 **[0007]** Por ejemplo, en la patente EP 0 422 833 A2, se describe un sistema para controlar la velocidad de línea de una cinta transportadora de un sistema de transporte durante cambios de productos en una línea de producción de cartón yeso de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 4, y los documentos adicionales US 6 636 036 B1 y US 2004/134585 A1 describen sistemas conocidos para controlar la velocidad de línea.
- 40 **[0008]** Conforme avanza la lechada en la cinta transportadora y se deposita entre dos revestimientos de papel bajo la placa de moldeo, se iguala un grosor del panel de cartón yeso que se está formando. Tras atravesar la placa de moldeo, el panel de cartón yeso formado sigue desplazándose sobre la cinta transportadora durante un período predeterminado para permitir que se fragüe el yeso del panel de cartón yeso. A continuación, la banda continua de cartón yeso fraguada se corta en longitudes predeterminadas, formando paneles o tableros, y cada tablero cortado pasa posteriormente a través de una sección de hidratación y, a continuación, una sección de secado que presenta un horno o caldera en uno o varios transportadores de rodillos cubiertos, de tal manera que el aire caliente sopla a través de unas superficies superior e inferior del tablero para que se seque.
- 45 **[0009]** Sin embargo, cuando los huecos entre los tableros adyacentes son demasiado amplios, los bordes expuestos del tablero se secan o se queman por la acción del aire caliente, y los bordes quemados tienden a deformar, torcer, combar, desmoronar o desfigurar de otro modo el tablero debido a un secado irregular. Como consecuencia, los tableros se desplazan a través del horno de secado de lado a lado o de extremo a extremo para reducir los bordes expuestos y cualquier alteración asociada en los tableros. Aunque la sección de hidratación y la sección de secado forman parte del conjunto del sistema de transporte, cada sección presenta su propia velocidad de línea para la correspondiente cinta transportadora.
- 50 **[0010]** Por lo tanto, resulta necesario controlar la velocidad de línea del sistema de transporte para los paneles de cartón yeso cortados que se introducen en el horno, de tal manera que los tableros adyacentes se toquen entre sí en una relación de extremo a extremo para evitar que se sequen los bordes durante el tratamiento térmico.
- 55

SUMARIO

- 5 **[0011]** La presente invención se refiere a un sistema para controlar una velocidad de línea de una cinta transportadora de un sistema de transporte durante los cambios de producto en una producción de paneles de cartón yeso de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 4. Todas las formas de realización que no están contempladas en las reivindicaciones independientes ofrecen formas de realización ilustrativas y en la presente se indica que no están contempladas en la presente invención.
- 10 **[0012]** La presente memoria descriptiva se destina a sistemas para controlar una velocidad de línea de un sistema de transporte durante cambios de productos en una línea de producción de paneles de cartón yeso. Un aspecto del presente sistema de control es que, según se describe con más detalle más adelante, se controla una acumulación volumétrica de la cabeza de lechada en la placa de moldeo mediante un ajuste automático de la velocidad de línea del sistema de transporte en función de una distancia de la cabeza de lechada medida por un sensor láser. Situado cerca de la placa de moldeo, el sensor láser determina si la acumulación de la cabeza de lechada se localiza a una distancia predeterminada. En función de la distancia entre la cabeza de lechada y el sensor, se ajusta la velocidad de línea del sistema de transporte.
- 15 **[0013]** Otro aspecto importante es que el presente sistema de control funciona mediante un algoritmo informático para controlar la velocidad de línea del sistema de transporte para ajustar una salida de la mezcladora como un control volumétrico adicional de la lechada. Más en concreto, el presente sistema de control ajusta la velocidad de línea del sistema de transporte durante un cambio de funcionamiento de los productos en la producción de cartón yeso para impedir las alteraciones provocadas por el cambio del caudal de masa de los materiales de estuco/yeso. La alteración provoca un desbordamiento en una salida de la mezcladora, dando como resultado una condición conocida como «exceso». El hecho de ajustar la velocidad de línea del sistema de transporte proporciona una variación lineal del cambio de caudal de masa y reduce o elimina el exceso durante el período de cambio.
- 20 **[0014]** En otro aspecto adicional, el presente sistema de control ajusta la velocidad de línea del sistema de transporte para los paneles de cartón yeso cortados que se desplazan a través del horno de secado. Se utiliza un conmutador óptico convencional para medir un espacio entre paneles de cartón yeso adyacentes, junto con una longitud asociada de cada panel de cartón yeso para calcular una velocidad de línea predeterminada del sistema de transporte en función del espacio medido y de la longitud. Se logra el cierre del espacio entre los paneles adyacentes implementando la velocidad de línea calculada en el sistema de transporte. Como consecuencia, se reduce una cantidad de residuos de cartón yeso durante el tratamiento térmico de los tableros, y se conserva una integridad estructural del cartón yeso.
- 25 **[0015]** En una forma de realización, tras un período de prueba de un año del presente sistema de control, se ha descubierto que se ha reducido un retardo del control lógico programable principal del sistema de transporte en aproximadamente un 92 %, se han reducido los residuos de lechada húmedos en aproximadamente un 54 %, y se ha reducido una cantidad de desechos de ingredientes secos, tales como yeso calcinado, en aproximadamente un 7 %. En concreto, un volumen de la lechada introducida en el sistema de transporte se ha mantenido constante durante el período de cambio, y, en consecuencia, el presente sistema de control redujo cierta cantidad de interrupciones en la producción, y materiales de desecho, reduciendo de esta forma los costes de funcionamiento globales y el tiempo de retraso.
- 35 **[0016]** En otra forma de realización adicional, se proporciona un sistema para controlar un sistema de transporte en una línea de producción de cartón yeso, que incluye un procesador de computadora y un módulo de ajuste de banda muerta para controlar al menos uno de entre una velocidad de línea de una cinta transportadora, una cantidad de aire de espuma para una lechada, y una cantidad de agua depositada en una mezcladora. El módulo de ajuste de banda muerta calibra y configura un valor umbral de histéresis en función de los datos de entrada de al menos uno de entre la velocidad de línea, la cantidad de aire de espuma y la cantidad de agua. Los datos de entrada se recogen durante un período predeterminado, se proporciona una base de datos para almacenar al menos una información estadística de los datos de entrada durante el período predeterminado; y donde el módulo de ajuste de banda muerta determina un rango de banda muerta en función del valor umbral de histéresis y de la al menos una información estadística utilizando el procesador.
- 40 **[0017]** En otra forma de realización adicional, se proporciona un sistema para controlar una velocidad de línea de una cinta transportadora de un sistema de transporte en una línea de producción de paneles de cartón yeso, e incluye un procesador de computadora, una sección de hidratación para almacenar una pluralidad de paneles de cartón yeso cortados por un cortador, una sección de secado que presenta un horno de secado para secar la pluralidad de paneles de cartón yeso, y un conmutador de ensamblaje dispuesto en la sección de hidratación a una distancia predeterminada de la sección de secado para medir un espacio entre paneles de cartón yeso adyacentes y una longitud de panel de cartón yeso longitudinal. La cinta transportadora de la sección de hidratación funciona a una velocidad de sección de hidratación, y la cinta transportadora de la sección de secado funciona a una velocidad de sección de secado; las velocidades de la sección de hidratación y de secado se configuran de manera distinta. Se proporciona un módulo de cálculo para calcular un valor de ajuste de espacio predeterminado en función de al menos uno de entre la velocidad de sección de hidratación, la velocidad de sección de secado, dicho espacio, y la longitud de panel de cartón yeso longitudinal; y se proporciona un módulo de ajuste de velocidad
- 45
- 50
- 55
- 60

para ajustar la velocidad de línea de la cinta transportadora en las secciones de hidratación y de secado en función del valor de ajuste de espacio utilizando el procesador.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0018]

- 5 La figura 1 es una vista diagramática en alzado de una línea de producción de panel de cartón yeso parcial adecuada para su uso con el presente sistema de control, que incluye una mezcladora de lechada;
- La figura 2 es un diagrama de bloques funcional del presente sistema de control que incluye módulos funcionales;
- 10 Las figuras 3 y 4 son representaciones gráficas de un ejemplo de cambio de caudal de masa durante un período de cambio de productos;
- La figura 5 es una vista diagramática en alzado de una línea de producción de panel de cartón yeso parcial adecuada para su uso con el presente sistema de control, que incluye un horno de secado; y
- Las figuras 6A-6C muestran un ejemplo de método de control de acuerdo con una forma de realización del presente sistema de control.

15 DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0019] A continuación, en referencia a la figura 1, el presente sistema de control se designa por lo general con 10, y está diseñado para controlar una velocidad de línea de un sistema de transporte, designado por lo general con 12, en una línea de producción de paneles de cartón yeso. Se dispone una mezcladora 16 configurada para mezclar y distribuir una lechada, sobre la línea de producción 14 que incluye una mesa transportadora 18 sobre la cual se desplaza una red de papel de revestimiento 20 sobre una cinta transportadora 22 en una dirección del movimiento designada por la flecha T. Se distribuye un suministro de estuco 24 que presenta diversos ingredientes a la mezcla para su deposición en el papel de revestimiento 20 situado sobre la cinta transportadora 22.

[0020] A pesar de que se contemplan varias lechadas fraguables, el presente sistema de control 10 está diseñado especialmente para producir paneles de estuco/yeso. En muchas aplicaciones, la lechada está formulada para incluir cantidades variables de yeso, agregado, agua, aceleradores, plastificantes, agentes de formación de espuma, rellenos, cemento y/u otros ingredientes conocidos en la técnica. Las cantidades relativas de estos ingredientes, incluyendo la eliminación de alguno de los anteriores y la incorporación de otros ingredientes, puede variar para ajustarse a los requisitos de un producto concreto.

[0021] Se desplaza también una red de papel superior o de respaldo 26 sobre la cinta transportadora 22 en la dirección T, intercalando la lechada entre los papeles superior y de revestimiento 20, 26 bajo una placa de moldeo 28 para formar y moldear un panel de cartón yeso 30. Una boca 32 unida a la mezcladora 16 se sitúa de en sentido ascendente en la línea de producción de paneles de cartón yeso 14, y la lechada se distribuye desde la boca en la red de papel de revestimiento 20 durante el funcionamiento del sistema de transporte 12. Se forma una cabeza de lechada 34 frente a la placa de moldeo 28, y se detecta mediante un sensor de posición 36, tal como un emisor láser, para medir una distancia D entre la cabeza de lechada y el sensor de posición. En función de la distancia D, el sistema de control 10 ajusta la velocidad de línea de la cinta transportadora 22, y también controla una salida volumétrica de la lechada administrada desde la mezcladora 16 en función de la velocidad de línea.

[0022] Una importante característica del presente sistema de control 10 es que la operación de administración de lechada se controla mediante un sistema de control de velocidad de línea, designado normalmente con 38. En una forma de realización preferida, el sistema de control de velocidad de línea 38 es un dispositivo informático con *software* instalado que posee módulos programables para diversas funciones. Según se utiliza en el presente documento, el término «módulo» puede hacer referencia, formar parte o incluir un circuito integrado de aplicación específica (ASIC, por sus siglas en inglés), un circuito electrónico, un procesador (compartido, dedicado o un grupo) que ejecute uno más programas de *firmware* o *software*, un circuito lógico combinacional y/u otros componentes adecuados para proporcionar la funcionalidad descrita.

[0023] Como ya se conoce en la técnica, el módulo puede estar implementado con un controlador proporcional, integral y derivativo (PID) y otras variaciones, tales como controladores proporcionales e integrales, proporcionales y derivativos, y proporcionales, ya sean controladores únicos o módulos de programas configurables en el presente sistema de control 10. Otra característica importante del presente sistema de control 10 es que cualquier módulo puede ajustarse y configurarse para presentar un rango de banda muerta ajustable. Entre los algoritmos de ajuste se incluyen, aunque sin carácter limitativo, métodos no paramétricos, tales como un método de ajuste convencional de lazo cerrado o prueba de retroalimentación de relé para proporcionar un rendimiento satisfactorio y uniforme en presencia de ruido de medición y diversas alteraciones. Se proporciona una descripción más detallada del algoritmo de ajuste más adelante, en la discusión que hace referencia a la figura 2.

[0024] Aunque se muestran los módulos menores que residen en sus respectivos módulos mayores, las amplias enseñanzas del presente sistema se pueden implementar en varias formas. Por lo tanto, aunque la presente

descripción incluye disposiciones y ejemplos concretos de los módulos, el alcance del presente dispositivo no se debería limitar a este, ya que el experto en la materia podrá contemplar otras modificaciones.

[0025] A continuación, en referencia a las figuras 1 y 2, se prefiere que el presente sistema de control de velocidad de línea 38 incluya un módulo de control central (CCM) 40, el sensor de posición 36 y una base de datos 42. El funcionamiento general del sistema de control de velocidad de línea 38 se controla mediante el CCM 40. El sensor de posición 36, ubicado preferiblemente en la parte superior de la mesa transportadora 18, proporciona información sobre la posición de la cabeza de lechada 34. Toda la información relevante se puede almacenar en la base de datos 42 para que la recupere el CCM 40, por ejemplo, como un dispositivo de almacenamiento de datos y/o un medio de almacenamiento de datos legible por máquina que porte programas informáticos.

[0026] El CCM 40 también incluye un módulo de interfaz 44, que proporciona una interfaz entre el CCM 40, el sensor de posición 36 y la base de datos 42. El módulo de interfaz 44 también controla, por ejemplo, el funcionamiento de los motores de la cinta transportadora 46, y otros dispositivos, aplicaciones y servicios relacionados del sistema. Los otros dispositivos, aplicaciones y servicios pueden incluir, aunque sin carácter limitativo, uno o más componentes de *software* o *hardware*, como resulta conocido en la técnica. El módulo de interfaz 44 también recibe señales, que se transmiten a los respectivos módulos, tales como el CCM 40 y sus módulos menores 44, 47, 48, 50, 52, 54.

[0027] En cuanto a los módulos menores 44, 47, 48, 50, 52, 54, cada módulo menor se puede ajustar mediante un módulo de ajuste de banda muerta 47. A pesar de que se muestra el módulo de ajuste de banda muerta 47 para controlar una velocidad de línea de la cinta transportadora 22 y una cantidad de aire de espuma para la lechada en la forma de realización de la figura 2, el módulo de ajuste de banda muerta 47 se puede utilizar para módulos que controlen otros dispositivos, tales como una bomba de agua (no representada) para la mezcladora 16. Más en concreto, se calibra y se configura un valor umbral de histéresis HYS mediante el módulo de ajuste de banda muerta 47 utilizando *software* de calibración en función de los datos de entrada DATA. Únicamente a modo de ejemplo, en el caso de la bomba de agua, los datos de entrada DATA hacen referencia a la información relevante acerca de una cantidad de agua depositada en la mezcladora 16, y se recogen en la base de datos 42 por medio del CCM 40 durante un período predeterminado, p. ej., 2-3 minutos. La información estadística, tal como una cantidad mínima, máxima o media de agua, se calcula y se guarda en la base de datos 42 durante el período predeterminado. El valor umbral de histéresis HYS se determina en función de una distribución estadística normal de los datos de entrada DATA recopilados.

[0028] En una forma de realización preferida, se utiliza un valor de control de estado estable, dos o tres veces la desviación típica de los datos de entrada DATA, para determinar el rango de banda muerta, de tal manera que el ruido de medición o el ruido de cuantificación y otros cambios similares no provoquen cambios frecuentes, inestables, oscilantes o repetidos en la cantidad de agua distribuida a la mezcladora 16. Se puede definir un ejemplo de rango de banda muerta DEADBAND según se proporciona en la expresión 1.

$$\text{DEADBAND} = f\{\text{HYS}, \text{DATA}\} \quad (1)$$

[0029] Se logra un ajuste automática del rango de banda muerta DEADBAND calculando el valor umbral de histéresis HYS en función de al menos uno de entre los datos estadísticos, tales como los valores de desviación típica mínima, máxima y media a través del módulo de ajuste de banda muerta 47. Sin embargo, el rango de banda muerta DEADBAND se puede calibrar y anular también manualmente para bloquear el rango de banda muerta en una desviación deseada de un valor predeterminado en función de los datos de entrada DATA. Aunque se muestra el módulo de ajuste de banda muerta 47 como un módulo menor del CCM 40, el módulo de ajuste de banda muerta 47 se puede incorporar en las otras formas de realización del presente sistema de control 10 como un sistema de control separado e independiente.

[0030] Un módulo de detección de posición 48 recibe una señal de posición P desde el sensor de posición 36 a través del módulo de interfaz 44 y determina si la cabeza de lechada 34 se sitúa a una distancia predeterminada con respecto al sensor de posición en función de la señal de posición P. Durante un cambio de producto, la densidad de la lechada y/o la tasa de composición del estuco y agua se cambian en función de los requisitos del cambio de producto. Por ejemplo, se termina una línea de producción de cartón yeso «A», y el sistema de transporte 12 prepara una línea de producción de cartón yeso «B» modificando cantidades de estuco y agua mezclados en la mezcladora 16. Una variación de las cantidades de estuco y agua provoca un cambio en la densidad de la lechada y/o en la tasa de composición y, como consecuencia, modifica la distancia D entre la cabeza de lechada 34 y el sensor de posición 36.

[0031] Se consigue controlar una cantidad y una ubicación de la cabeza de lechada 34 que se acumula cerca de la placa de moldeo 28 ajustando la velocidad de línea de la cinta transportadora 22. Se proporciona un módulo de ajuste de velocidad 50 para regular la velocidad de línea de la cinta transportadora 22 en respuesta a la señal de posición P. Se prefiere que se proporcione también un módulo de control de aire de espuma 52 para controlar una cantidad de aire incorporado en la lechada en respuesta a la señal de posición P. El hecho de introducir espuma acuosa en la lechada para producir burbujas de aire es también un modo efectivo de controlar la cabeza de lechada 34. Aunque el módulo de ajuste de velocidad 50 y el módulo de control de aire de espuma 52 se pueden ejecutar

por separado, ambos módulos 50, 52 se ejecutan preferiblemente de manera simultánea conjuntamente durante el cambio de producto.

[0032] Otro aspecto importante del presente sistema de control de velocidad de línea 38 es que reduce cualquier alteración provocada por el cambio de caudal de masa de los materiales de estuco/yeso que se introduce en la mezcladora 16. Un resultado deseado del sistema de control de velocidad de línea 38 es mantener un caudal de masa constante y uniforme durante el período de cambio. Un cambio de caudal de masa abrupto durante el período de cambio de producto provoca un exceso en una salida de mezcladora. El hecho de cambiar la velocidad de línea del sistema de transporte 12 proporciona una variación lineal del cambio de caudal de masa y, como consecuencia, reduce o elimina el exceso.

[0033] Se proporciona un módulo de cálculo 54 para calcular un caudal de masa MASS predeterminado y una velocidad de línea LNSPD predeterminada. El caudal de masa MASS se refiere a un caudal de masa deseado de ingredientes, tales como el estuco 24, transportado en la cinta transportadora 22 y depositado en la mezcladora 16 durante el período de cambio de producto. Como se describe con más detalle más adelante, el caudal de masa MASS se determina en función de al menos uno de entre el caudal de masa de un ingrediente IMR1, y una velocidad de línea de transporte actual CLS; Se puede definir un ejemplo de caudal de masa MASS según se proporciona en la expresión 2.

$$MASS = f\{IMR1, CLS\} \quad (2)$$

[0034] En lo que respecta a la velocidad de línea LNSPD, se refiere a una velocidad de línea deseada de la cinta transportadora 22 sobre la cual se transportan los ingredientes en sentido ascendente en la línea de producción 14 hacia la mezcladora 16 durante el período de cambio de producto. La velocidad de línea LNSPD se determina en función de al menos uno del caudal de masa del primer ingrediente IMR1 y el caudal de masa de un segundo ingrediente IMR2. Se puede definir un ejemplo de velocidad de línea LNSPD según se define en la expresión 3.

$$LNSPD = f\{IMR1, IMR2\} \quad (3)$$

[0035] El hecho de ajustar la velocidad de línea de la cinta transportadora 22 en función de al menos uno de entre el caudal de masa MASS y la velocidad de línea LNSPD proporciona una transición suave durante el período de cambio de productos.

[0036] A continuación, en referencia a la figura 3, se muestra una representación gráfico de un ejemplo de cambios de caudal de masa de estuco durante el período de cambio de productos cuando la velocidad de línea de la cinta transportadora 22 no se controla por medio del sistema de control de velocidad de línea 38. En algunas aplicaciones, el cambio de producto precisa el transporte de estuco 24 que presenta un caudal de masa más elevado que antes del período de cambio. Normalmente, un primer cambio de caudal de masa 56, medido en g/m² (libras por mil pies cuadrados (lb/msf)), muestra una pendiente lineal creciente 58 durante un período de cambio TIME definido por el tiempo entre un primer valor nominal 62, que indica un flujo estable del estuco 24 que se transporta sobre la cinta transportadora 22. Sin embargo, un segundo cambio de caudal de masa 64, medido en g/min (libras por minuto (lb/min)), corresponde a una curva parabólica no lineal 66, que indica la presencia del exceso.

[0037] A continuación, en referencia a la figura 4, se muestra la representación gráfica de la figura 3 cuando la velocidad de línea de la cinta transportadora 22 se controla y se ajusta mediante el presente sistema de control de velocidad de línea 38. Los componentes compartidos con la figura 3 se designan con números de referencia idénticos. Una gran diferencia que presenta esta figura es que el segundo cambio de caudal de masa 64 corresponde a una línea recta lineal 68, que indica la ausencia del exceso. Se consigue evitar el exceso ajustando la velocidad de línea de la cinta transportadora 22 para mantener el cambio caudal de masa 64 lineal o constante. Según se ha descrito anteriormente, la velocidad de línea de la cinta transportadora 22 se ajusta en función de al menos uno de entre el caudal de masa MASS y la velocidad de línea LNSPD, ambos calculados mediante el módulo de cálculo 54.

[0038] Volviendo a las expresiones (2) y (3) descritas anteriormente, el caudal de masa del primer ingrediente IMR1 se refiere a un caudal de masa del ingrediente o estuco 24, transportado en la cinta transportadora 22 durante el período de cambio de producto, y se mide en g/m² (libras por mil pies cuadrados (lb/msf)). Del mismo modo, el caudal de masa del segundo ingrediente IMR2 se refiere al caudal de masa del estuco idéntico 24 transportado durante el cambio de producto, y se mide en g/min (libras por minuto (lb/min)). Se pueden definir ejemplos de caudal de masa de segundo ingrediente IMR2 y de velocidad de línea LNSPD según lo proporcionado por las expresiones 4 y 5.

$$IMR2 = IMR1 * LNSPD * \frac{W}{CONV} \quad (4)$$

$$LNSPD = \frac{IMR2 * CONV}{IMR1 * W} \quad (5)$$

donde W designa una anchura del panel de cartón yeso 30, p. ej., 1,2 m (4 pies), y CONV designa un factor de conversión para la unidad utilizada en el IMR1 (m² (mil pies cuadrados)), esto es, 1000.

[0039] Un aspecto importante del sistema de control de velocidad de línea 38 es que estos cálculos se realizan automáticamente a través del módulo de cálculo 54 durante el período de cambio de producto TIME, y la velocidad de línea de la cinta transportadora 22 se ajusta a la velocidad de línea calculada LNSPD mediante el módulo de ajuste de velocidad 50 para proporcionar una transición suave del cambio de funcionamiento en la línea de producción de cartón yeso 14 durante el período de cambio de productos.

[0040] A continuación, en referencia a las figuras 1 y 5, conforme la lechada pasa a través de la placa de moldeo 28, se forma el panel de cartón yeso 30 y continúa desplazándose sobre la cinta transportadora 22 en la dirección T durante un período predeterminado para permitir un fraguado del yeso del panel de cartón yeso. Se proporciona un cortador 70 para cortar una banda continua de cartón yeso 30 a una longitud predeterminada L y, a continuación, cada segmento de tablero o panel cortado 72 se apila de manera secuencial sobre una o más plataforma(s) 74 dispuesta(s) en una sección de hidratación 76.

[0041] En la sección de hidratación 76 se incluye un conmutador de ensamblado 78, tal como un conmutador óptico, dispuesto a una distancia predeterminada, p. ej., 12 m (40 pies) con respecto a una sección de secado 80 que presenta un horno o caldera de secado 82. El conmutador de ensamblado 78 se dispone en al menos una de las superficies 74, y se utiliza para medir un espacio G entre segmentos de tablero adyacentes 84, 86, y la longitud de tablero predeterminada L. Otro aspecto importante del presente sistema de control de velocidad de línea 38 es que el control de ensamblado se puede llevar a cabo empleando un único conmutador de ensamblado 78 dispuesto en una única superficie 74.

[0042] Cada sección 76, 80 tiene su propia velocidad de línea distinta para la correspondiente cinta transportadora 22. En concreto, la sección de hidratación 76 funciona con una velocidad de sección de hidratación HS_{SPD} , y la sección de secado 80 funciona con una velocidad de sección de secado DS_{SPD} . El hecho de introducir los segmentos de tablero 72 en el horno de secado 82 en una relación de extremo a extremo se logra ajustando la velocidad de línea de las cintas transportadoras 22 en al menos una de las secciones de hidratación y secado 76, 80. Más en concreto, el módulo de cálculo 54 calcula un valor de ajuste de espacio predeterminado GAP_{ADJ} en función de al menos una de entre la velocidad de sección de hidratación HS_{SPD} , la velocidad de sección de secado DS_{SPD} , el espacio G entre tableros adyacentes 84, 86, y la longitud de tablero predeterminada L. Se puede definir un ejemplo de valor de ajuste de espacio GAP_{ADJ} según se proporciona en la expresión 6.

$$GAP_{ADJ} = f\{HS_{SPD}, DS_{SPD}, G, L\} \quad (6)$$

donde un GAP_{ADJ} positivo provoca automáticamente un incremento del espacio G proporcionando un menor ensamblado de los tableros adyacentes 84, 86, y un GAP_{ADJ} negativo provoca automáticamente una reducción del espacio G proporcionando un mayor ensamblado de los tableros adyacentes 84, 86, de tal manera que los tableros adyacentes se encuentran más juntos entre sí en el horno de secado 82. A continuación, el módulo de ajuste de velocidad 50 ajusta la velocidad de línea de las cintas transportadoras 22 en cada sección 76, 80 en función del valor de ajuste de espacio GAP_{ADJ} .

[0043] A continuación, en referencia a las figuras 6A-6C, se muestra un ejemplo de método del sistema de control 10 utilizando el presente sistema de control de velocidad de línea 38. Aunque las siguientes etapas se describen principalmente en relación con las formas de realización de las figuras 1-5, cabe destacar que las etapas del método se pueden modificar y ejecutar en un orden o secuencia diferente sin alterar los principios de la presente memoria descriptiva.

[0044] El método comienza en la etapa 100. En la etapa 102, el CCM 40 inicia el funcionamiento del sistema de control de velocidad de línea 38, y activa sus módulos menores 44, 47, 48, 50, 52, 54 y otros dispositivos asociados. Más en concreto, el módulo de interfaz 44 inicia la comunicación entre el CCM 40 y los componentes periféricos de *software* y *hardware*, tales como el sensor de posición 36, la base de datos 42 y los motores de cinta transportadora 46.

[0045] En la etapa 104, el CCM 40 determina si el período de cambio ha comenzado. Si el período de cambio ha empezado, el control avanza a la etapa 106. De lo contrario, el control avanza a la etapa 108. En la etapa 106, el módulo de detección de posición 48 recibe una señal de posición P desde el sensor de posición 36 a través del módulo de interfaz 44. En la etapa 110, el módulo de detección de posición 48 determina una ubicación de la cabeza de lechada 34 con respecto al sensor de posición 36 en función de la señal de posición P, y genera un valor de distancia D. Si el valor de distancia D es mayor que una distancia predeterminada D_{PRE} , el control avanza a la etapa 106. Si el valor de distancia D es menor o igual a la distancia predeterminada D_{PRE} , el control avanza a las etapas 112 y/o 114.

[0046] En la etapa 112, el módulo de ajuste de velocidad 50 regula la velocidad de línea de la cinta transportadora 22 en función de al menos uno de entre la señal de posición P y el valor de distancia D. En la etapa 114, el módulo de control de aire de espuma 52 controla una cantidad de aire introducido en la lechada en función de al menos uno de entre la señal de posición P y el valor de distancia D. Ambas etapas 112 y 114 se pueden llevar a cabo de manera simultánea, por separado, o en una combinación parcial, según sea preciso para adaptarse a la situación. Por ejemplo, la velocidad de línea de la cinta transportadora 22 y la cantidad de aire introducido en la lechada se pueden ajustar de manera secuencial o alternativa.

- 5 **[0047]** En la etapa 116, el módulo de cálculo 54 calcula el caudal de masa predeterminado MASS y la velocidad de línea predeterminada LN_{SPD} en función de al menos uno de entre el caudal de masa del primer ingrediente IMR1, el caudal de masa del segundo ingrediente IMR2 y la velocidad de línea de transporte actual CLS. En la etapa 118, el módulo de ajuste de velocidad 50 ajusta la velocidad de línea de la cinta transportadora 22 en función de al menos uno de entre el caudal de masa predeterminado MASS y la velocidad de línea predeterminada LN_{SPD}.
- [0048]** En la etapa 120, el CCM 40 determina si el período de cambio ha finalizado. Si el período de cambio ha terminado, el control avanza a la etapa 122. De lo contrario, el control vuelve a la etapa 106 para continuar monitorizando la posición de la cabeza de lechada 34. En la etapa 122, el CCM 40 desactiva el sistema de control de velocidad de línea 38, y el control finaliza en la etapa 124.
- 10 **[0049]** En referencia de nuevo a la etapa 104, cuando el cambio no es detectado por el CCM 40, el control avanza a la etapa 108. En la etapa 108, el CCM 40 determina si los segmentos o paneles de cartón yeso 72 se introducen en la sección de hidratación 76. Si los segmentos o paneles de cartón yeso 72 se envían hacia la sección de hidratación 76 mediante el sistema de transporte 12, el control avanza a la etapa 126. De lo contrario, el control avanza a la etapa 104 para determinar si ha comenzado el período de cambio.
- 15 **[0050]** En la etapa 126, el módulo de detección de posición 48 mide el espacio G entre los segmentos de tablero adyacentes 84, 86 y la longitud de tablero predeterminada L en función de una señal de conmutador de ensamblado BS generada desde el conmutador de ensamblado 78 y un tiempo transcurrido ET. El tiempo transcurrido ET hace referencia a un período de tiempo entre una primera detección de un borde de segmento de tablero 88 y una segunda detección de otro borde de segmento 88. Un período más corto puede indicar la detección del espacio G, y un período más largo puede indicar la detección de la longitud de tablero L en función de cuánto tiempo esté activado (encendido) y desactivado (apagado) el conmutador de ensamblado 78.
- 20 **[0051]** En la etapa 128, el módulo de cálculo 54 calcula el valor de ajuste de espacio predeterminado GAP_{ADJ} en función de al menos uno de entre la velocidad de sección de hidratación HS_{SPD}, la velocidad de sección de secado DS_{SPD}, el espacio G entre tableros adyacentes 84, 86 y la longitud de tablero predeterminada L. En la etapa 130, el módulo de ajuste de velocidad 50 ajusta la velocidad de línea de las cintas transportadoras 22 en cada sección 76, 80 en función del valor de ajuste de espacio GAP_{ADJ}. El control avanza a la etapa 104.
- 25

REIVINDICACIONES

1. Sistema para controlar una velocidad de línea de una cinta transportadora (22) de un sistema de transporte (12) durante cambios de productos en una línea de producción de cartón yeso (14), comprendiendo:

un procesador de computadora;

5 un sensor de posición (36);

un módulo de control central (40) para controlar el funcionamiento de dicho sensor de posición (36) y una base de datos (42), estando situado dicho sensor de posición (36) en la parte superior de una mesa transportadora (18) para ofrecer información sobre la posición de una cabeza de lechada (34) formada frente a una placa de moldeo (28) de dicho sistema de transporte (12), **caracterizado por que** comprende:

10 un módulo de detección de posición (48) para recibir una señal de posición (P) desde dicho sensor de posición (36), determinar una distancia entre dicha cabeza de lechada y dicho sensor de posición a lo largo de una dirección del movimiento de la cinta transportadora en función de dicha señal de posición [P] y, en función de dicha distancia determinada, determinar si dicha cabeza de lechada (34) está situada a una distancia predeterminada con respecto a dicho sensor de posición (36) a lo largo de la dirección del desplazamiento de la cinta transportadora; y

15 un módulo de ajuste de velocidad (50) para regular dicha velocidad de línea de dicha cinta transportadora (22) en función de dicha señal de posición (P) utilizando el procesador si se determina que dicha cabeza de lechada está situada a la distancia predeterminada.

20 2. Sistema según la reivindicación 1, comprendiendo además un módulo de ajuste de banda muerta (47) para controlar dicha velocidad de línea de dicha cinta transportadora (22) y una cantidad de aire de espuma para dicha lechada utilizando *software* de calibración;

donde se calibra y se configura un valor umbral de histéresis (HYS) por medio de dicho módulo de ajuste de banda muerta (47) en función de los datos de entrada recibidos desde dicho módulo de detección de posición (48);

25 donde se determina dicho valor umbral de histéresis (HYS) en función de la información estadística de dichos datos de entrada recibidos;

donde se determina un rango de banda muerta en función de dicho valor umbral de histéresis (HYS) y dichos datos de entrada recibidos; y

30 donde dicho módulo de ajuste de banda muerta (47) realiza un ajuste automático de dicho rango de banda muerta en función de información estadística de dicho valor umbral de histéresis (HYS) o de dichos datos de entrada recibidos.

3. Sistema según la reivindicación 1, comprendiendo además un módulo de control de aire de espuma (52) para controlar una cantidad de aire mezclado en dicha lechada en función de dicha señal de posición.

4. Sistema para controlar una velocidad de línea de una cinta transportadora (22) de un sistema de transporte (12) durante cambios de productos en una línea de producción de cartón yeso (14), comprendiendo:

35 un procesador de computadora;

un módulo de cálculo (54) para calcular un caudal de masa predeterminado (MASS) de un suministro de ingredientes transportados sobre dicha cinta transportadora (22) y depositados en una mezcladora (16) durante un período de cambio de productos; y

40 un módulo de ajuste de velocidad (50) para ajustar dicha velocidad de línea de dicha cinta transportadora (22), utilizando el procesador, en función de al menos uno de entre dicho caudal de masa predeterminado (MASS) y dicha velocidad de línea de dicha cinta transportadora (22) para reducir un exceso durante dicho período de cambio de productos; **caracterizado por que:**

45 dicho módulo de cálculo [54] calcula dicho caudal de masa predeterminado [MASS] en función de al menos uno de entre el caudal de masa de un ingrediente [IMR1] de dicho suministro de ingredientes, y una velocidad de línea de transporte actual [CLS];

dicho módulo de cálculo [54] calcula una velocidad de línea predeterminada [LNSPD] en función de al menos uno de entre el caudal de masa de dicho primer ingrediente [IMR1] y el caudal de masa de un segundo ingrediente [IMR2] de dicho suministro de ingredientes;

50 dicho módulo de ajuste de velocidad [50] ajusta dicha velocidad de línea de dicha cinta transportadora [22] en función de al menos uno de entre dicho caudal de masa predeterminado calculado [MASS] y dicha velocidad de línea predeterminada calculada [LNSPD].

5. Sistema según la reivindicación 4,

donde el caudal de masa de dicho segundo ingrediente (IMR2) se determina en función del caudal de masa de dicho primer ingrediente (IMR1), dicha velocidad de línea predeterminada (LNSPD), y una anchura (W) de un panel de cartón yeso (30);

- 5 donde dicha velocidad de línea predeterminada (LNSPD) se determina en función del caudal de masa de dicho primer ingrediente (IMR), el caudal de masa de dicho segundo ingrediente (IMR1), y la anchura (W) del panel de cartón yeso (30).

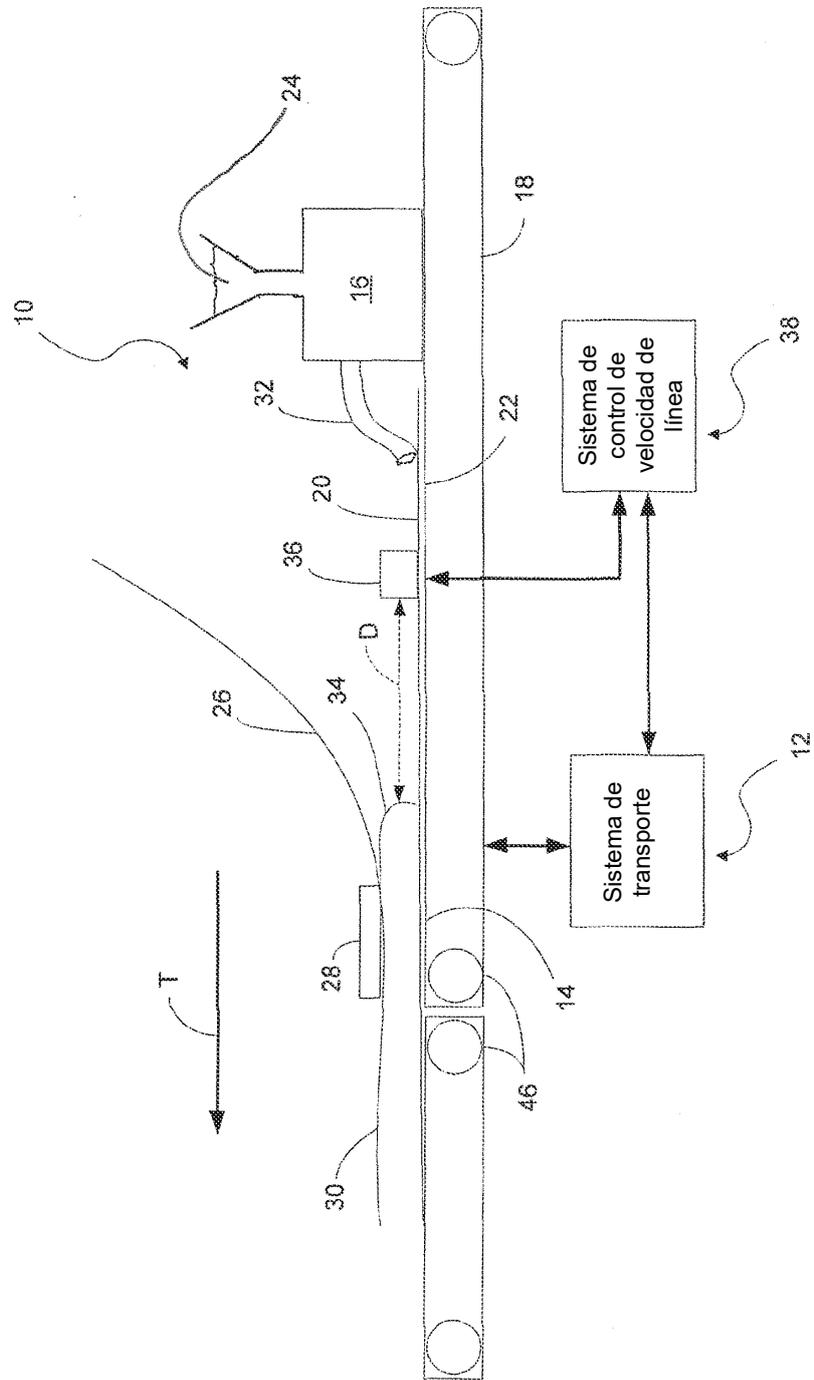


FIG. 1

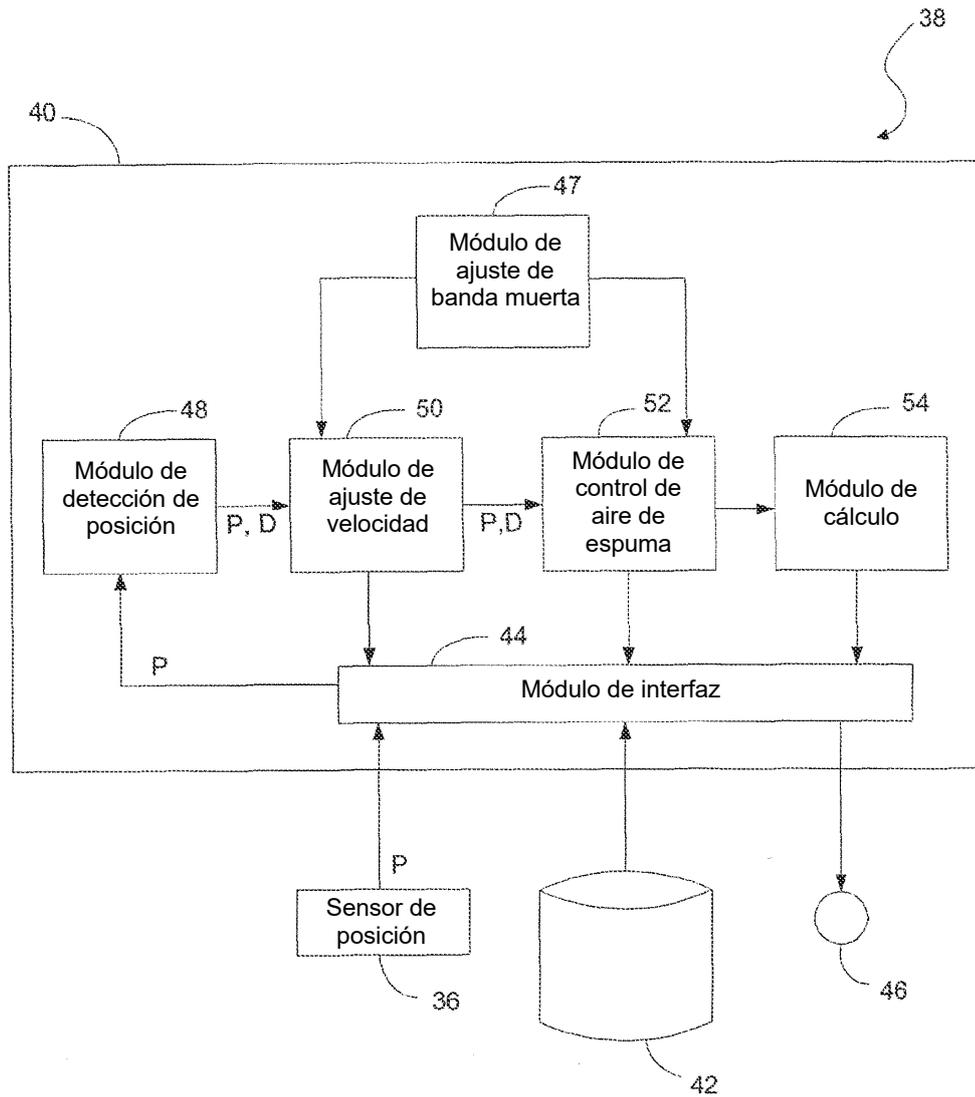


FIG. 2

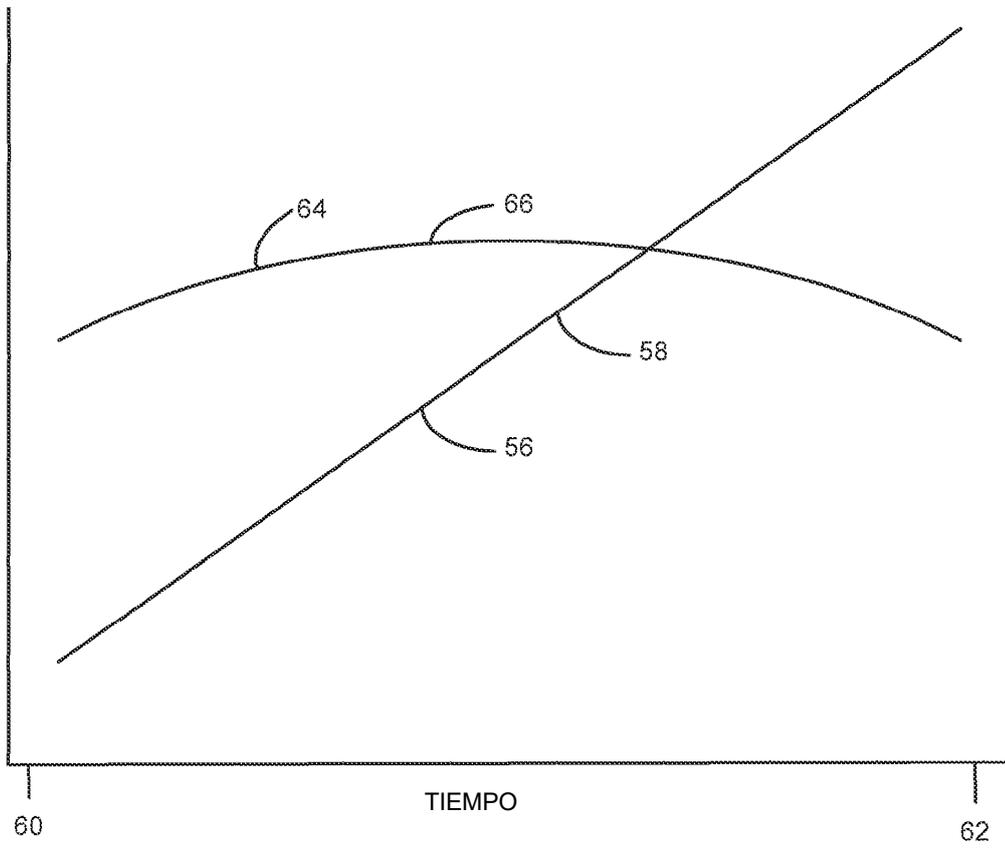


FIG. 3

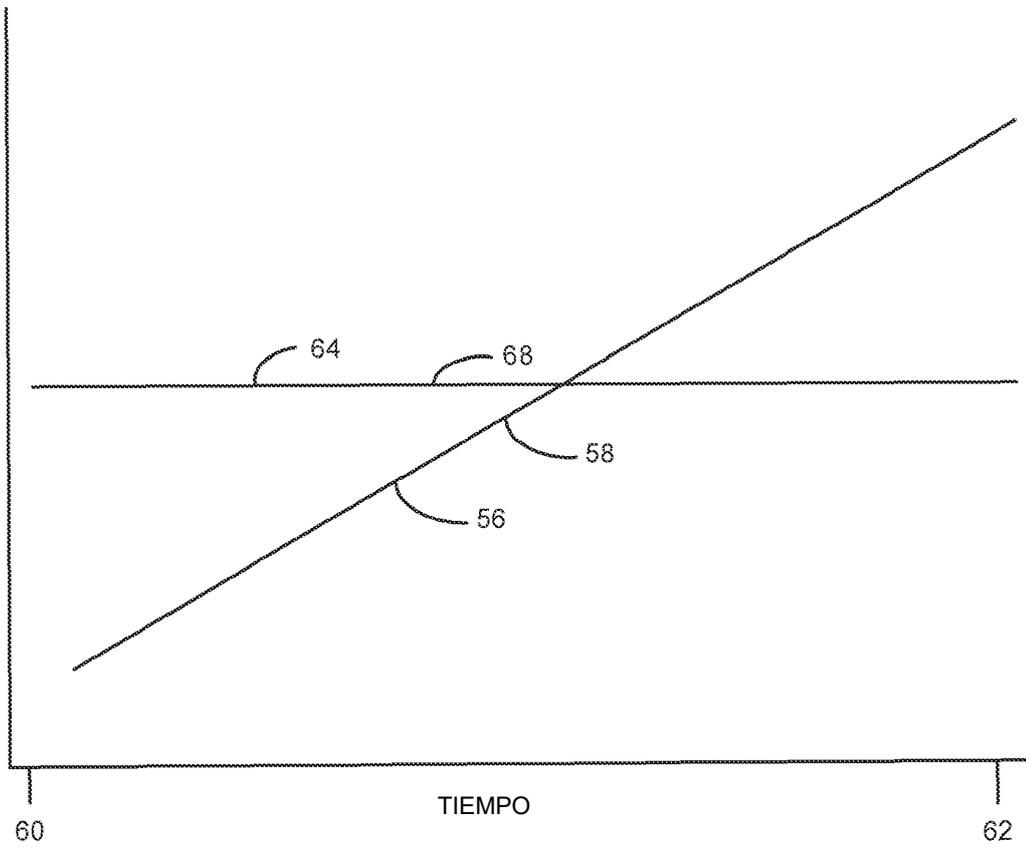


FIG. 4

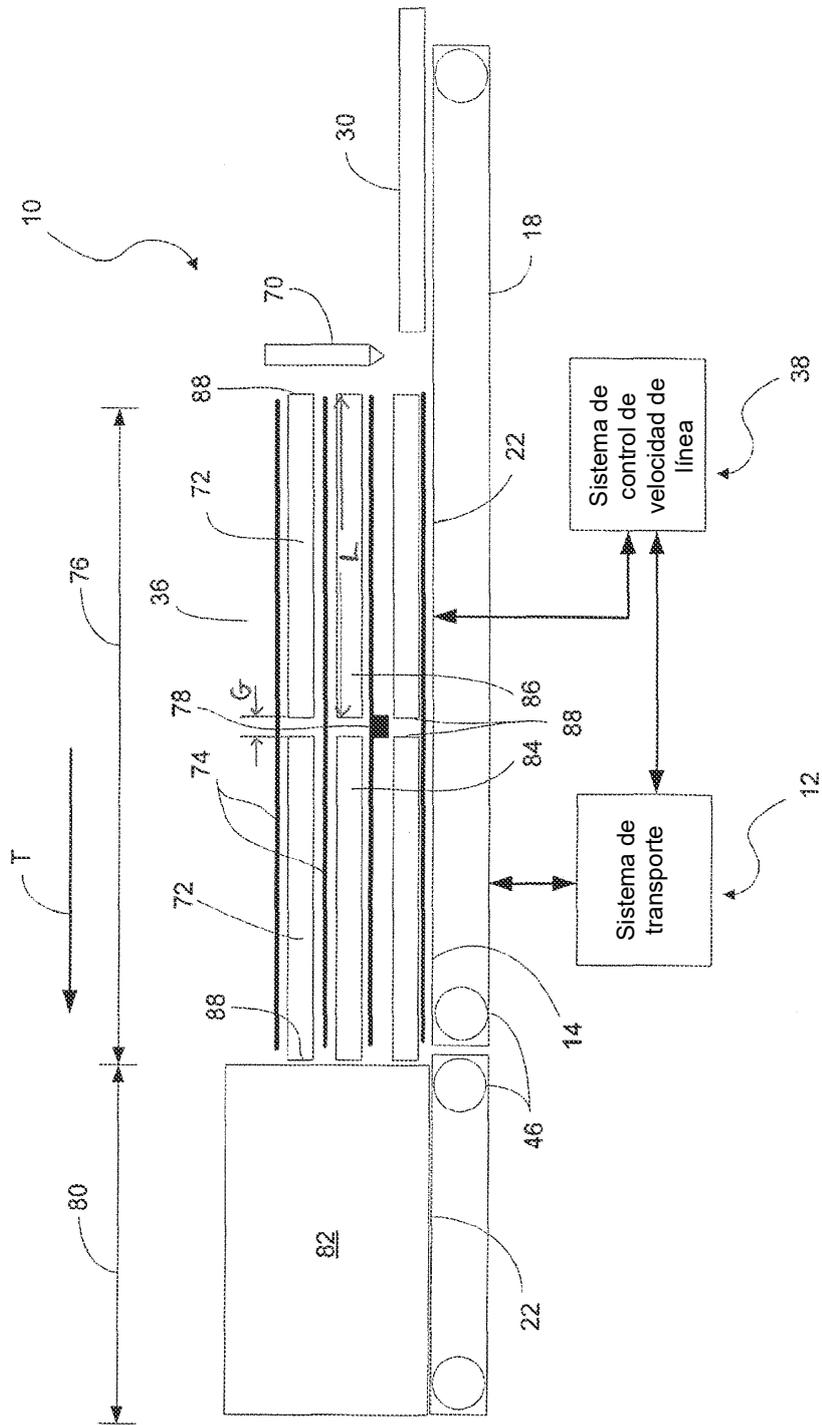


FIG. 5

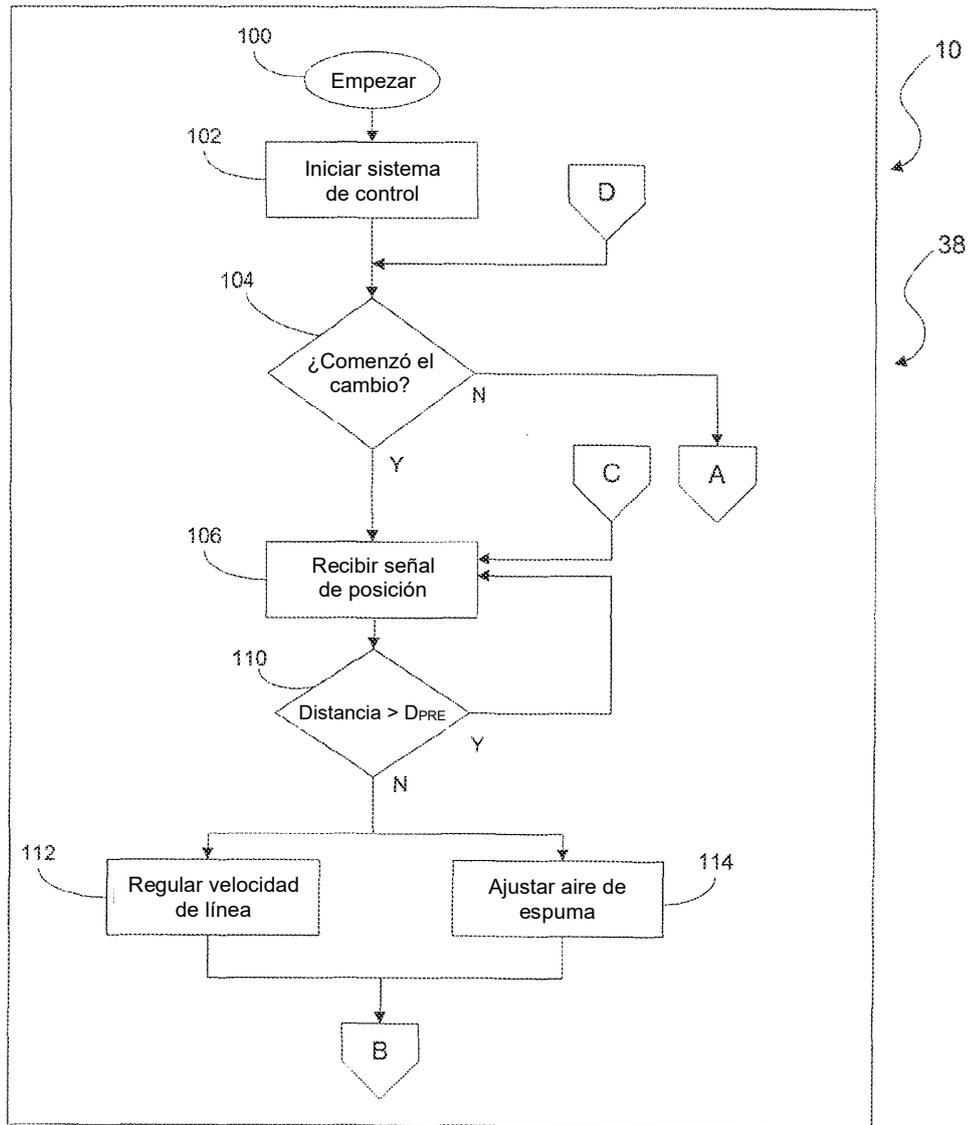


FIG. 6A

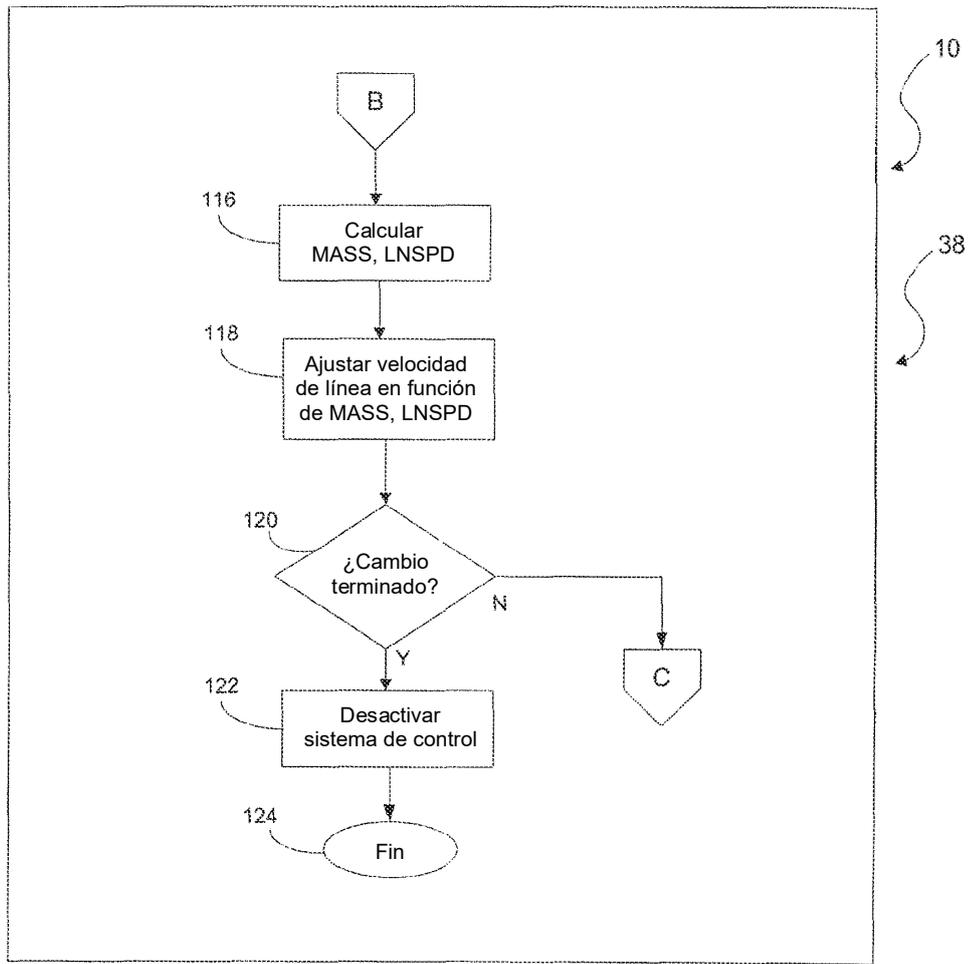


FIG. 6B

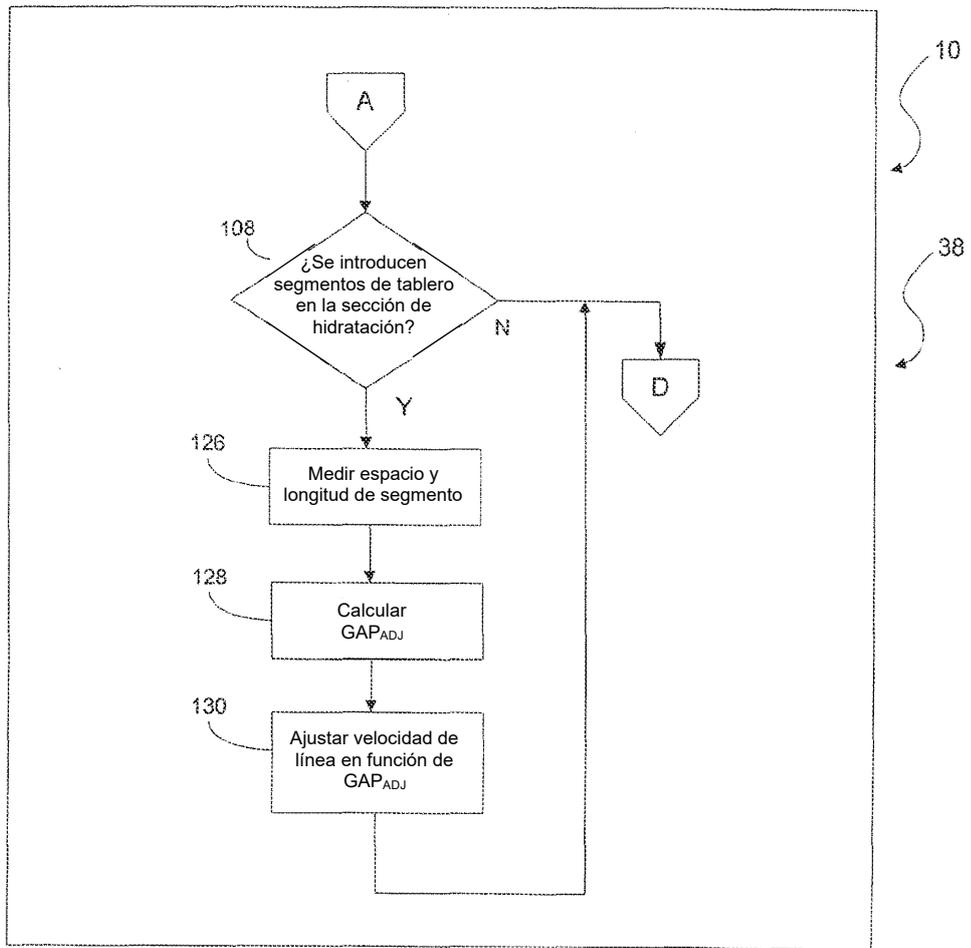


FIG. 6C