



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 211 447**

51 Int. Cl.:
B28B 11/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

86 Número de solicitud europea: **00300338 .1**

86 Fecha de presentación : **18.01.2000**

87 Número de publicación de la solicitud: **1020267**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **19.07.2000**

54 Título: **Sistema de control de secador para una línea de producción de paneles de yeso.**

30 Prioridad: **18.01.1999 CA 2259743**

45 Fecha de publicación de la mención y de la
traducción de patente europea: **16.07.2004**

45 Fecha de la publicación de la mención de la
patente europea modificada BOPI: **01.05.2007**

45 Fecha de publicación de la traducción de patente
europea modificada: **01.05.2007**

73 Titular/es: **BPB Canada Inc.**
2424 Lakeshore Road West
Mississauga, Ontario L5J 1K4, CA

72 Inventor/es: **Forster, John;**
Dennis, Stephen y
Mongrolle, Jean-Louis

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 211 447 T5

DESCRIPCIÓN

Sistema de control de secador para una línea de producción de paneles de yeso.

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema de control de secador para el uso en la fabricación de un panel de yeso.

10 Antecedentes

Un panel de yeso se produce mediante la extrusión de un lecho de yeso, agua y espuma entre dos láminas continuas de papel, el corte de la banda resultante en paneles, y el paso de los paneles resultantes a través de un secador de paneles. En años recientes, se ha producido un cambio hacia la automatización del proceso de fabricación de paneles de yeso. Sin embargo, los intentos para integrar el control automático tanto del mezclador como del secador han sido limitados o han experimentado deficiencias. En el pasado, el control del secador se ha realizado mediante la medición del contenido de humedad de los paneles de yeso cuando salen del secador y, en consecuencia, el ajuste manual de la temperatura del secador. Un ejemplo de tal procedimiento de secado de paneles puede verse en el documento EP-A-0 042 349. Sin embargo, tal procedimiento depende del ensayo y error y de la habilidad y la atención del operario, especialmente cuando se producen cambios en la composición de los paneles. Adicionalmente, en los sistemas conocidos hoy en día, los operarios tienen que regular manualmente la temperatura del secador para compensar los huecos que se producen en la línea de paneles introducidos en el secador. Habitualmente, tales huecos están causados por el rechazo de paneles tras el proceso de corte y por los espacios creados en la línea de paneles al inicio y al final de una serie de producción. La falta de ajuste de la temperatura del secador para compensar los cambios en la carga evaporativa del secador, que se producen debido a cambios en las composiciones de panel o a huecos en la línea de paneles, puede dar como resultado paneles excesivamente secos.

Por tanto, es deseable proporcionar un sistema y método automatizados de control del secador en los que se regule automáticamente la temperatura del secador de paneles para tener en cuenta diferentes composiciones, longitudes de panel y también los huecos de tamaño variable que se producen en la línea de paneles suministrada al secador.

Sumario de la invención

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un método según la reivindicación 1.

Según otro aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo secador de paneles de yeso según la reivindicación 13.

Según un aspecto adicional de la invención, se proporciona un sistema de control de secador según la reivindicación 19.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirá la invención más detalladamente, a título de ejemplo, con referencia a los dibujos, en los que:

la figura 1 es una perspectiva general esquemática de una línea de producción empleada para producir paneles de yeso;

la figura 2 es un diagrama de bloques de una forma de realización preferida de un sistema de control para un procedimiento de fabricación de paneles de yeso según la presente invención;

la figura 3 es un diagrama de flujo de las etapas de preproducción realizadas por el sistema de control de la presente invención;

la figura 4 es un diagrama de bloques de un registro de desplazamiento del sistema de control utilizado para almacenar y seguir valores de agua libre de los paneles;

la figura 5 es un diagrama de bloques de un registro del sistema de control utilizado para almacenar coeficientes de evaporación para segmentos del secador; y

la figura 6 es un diagrama de flujo de las etapas de producción realizadas por el sistema de control.

Descripción detallada de la forma de realización preferida

A continuación, se describirá una forma de realización preferida de la invención con referencia a las figuras. La forma de realización preferida adopta la forma de un sistema y método de control de secador en los que la carga de paneles a suministrar al secador se divide en segmentos sucesivos. Una cantidad deseada de agua a evaporar de cada

segmento se determina en función de la cantidad de agua empleada para producir cada segmento. La cantidad deseada de agua a evaporar de cada segmento se emplea como base para calcular continuamente la carga de evaporación del secador y controlar en consecuencia la cantidad de energía aportada al secador.

5 La figura 1 muestra una vista en planta, esquemática, simplificada, de una línea de producción de paneles de yeso, ilustrada generalmente por el número de referencia 10. Los componentes básicos de la línea 10 de producción mostrada en la figura 1 son bien conocidos e incluyen unas bobinas 12 y 14 superior e inferior de papel, una estación 16 mezcladora, una cinta 18 de formación, una cuchilla 20 y un secador 26. Durante el funcionamiento, una trituradora 30 suministra yeso calcinado a la estación 16 mezcladora. En la estación 16 mezcladora, que incluye un mezclador y una extrusora (no mostrados), se añaden agua y otros aditivos al yeso calcinado. El mezclador mezcla el yeso calcinado y el agua (y otros aditivos) para producir una mezcla de estuco que se transfiere a la extrusora y se extruye entre unas láminas de papel superior e inferior que son suministradas por las bobinas 12 y 14 de papel, para formar una banda continua de panel de yeso. El panel de yeso se transfiere a lo largo de la cinta 18 de formación hasta que llega a la cuchilla 20, instante en el cual se corta la lámina continua en longitudes de panel predeterminadas. 15 Los paneles cortados se suministran a continuación a una estación 22 de transferencia final en mojado, donde los paneles rechazados pueden ser retirados de la línea de producción por un portal 23 de rechazo. Desde la estación 22 de transferencia final en mojado, los paneles que no se rechazan son transferidos por un sistema 24 de transferencia del secador a y a través del secador 26. El secador 26 funciona para evaporar la humedad libre contenida en los paneles, tras lo cual, los paneles se retiran de la línea de producción en una estación 28 sacadora. El secador 26 incluye dos zonas 78 y 80 secadoras, controladas por separado, cada una de las cuales tiene su propia fuente 79 y 81 de energía calorífica (tal como un quemador), respectivamente.

El presente sistema se basa en el control automatizado del secador 26 mediante el uso de datos de avance procedentes de la estación 16 mezcladora para calcular la carga de evaporación del secador en periodos de tiempo sucesivos y, en consecuencia, controlar el secador. A fin de integrar el control del mezclador y del secador, el presente sistema comprende un sistema de control, indicado generalmente por 40, mostrado en la figura 2. El sistema 40 de control utiliza un concepto de control distribuido basado en PLC (controlador lógico programable), con PLC que controlan las zonas principales del proceso, y de unas interfaces supervisoras de operador basadas en PC (ordenador personal), situados en puntos clave en el proceso de fabricación de paneles.

30 El sistema 40 de control incluye un sistema 42 supervisor, que incluye una red de interfaces de operador basados en PC, concretamente una interfaz 44 de supervisor del almacén, una interfaz 46 de supervisor de la producción, una interfaz 48 de operario del mezclador, una interfaz 50 del operario del secador y una interfaz 52 de supervisor del control del sistema. Preferiblemente, cada una de las interfaces de operario es una estación de trabajo industrial que consta de un PC de calidad industrial y una pantalla. En una forma de realización preferida, las interfaces de operario del sistema 42 supervisor emplean un sistema operativo WINDOWS NT (marca registrada) y están conectados en red mediante una red LAN Token Ring de Novell Netware (marca registrada). Un sistema informático que puede emplearse como sistema 42 supervisor es el Sistema Supervisor Intellution Fix (marca registrada).

40 El sistema 42 supervisor está conectado a un servidor 54 de la planta que, entre otras cosas, contiene las fórmulas maestras para producir diferentes series de producción de paneles de yeso. El sistema 42 supervisor también está conectado, por un enlace 56, a una pluralidad de sistemas PLC que se emplean para controlar el funcionamiento de los varios componentes de proceso de la planta 10. Particularmente, el sistema 40 de control incluye un sistema 58 PLC para controlar el funcionamiento del mezclador 16, un sistema 60 PLC para controlar el funcionamiento de la unidad 26 secadora y para seguir y registrar el progreso de los paneles a través de la línea 10 de producción, y un controlador 64 de la cuchilla para controlar el funcionamiento de la cuchilla 20.

Preferiblemente, cada una de las interfaces de operario del sistema 42 supervisor está configurada para realizar una operación específica. La interfaz 44 de supervisor del almacén le permite a un operario seleccionar series de producción y añadirlas a una lista de espera de producción. La interfaz 46 de supervisor de la producción le permite a un supervisor revisar la lista de espera de producción, las fórmulas de producto y seguir el funcionamiento de la línea 10 de producción. La interfaz 48 de operario del mezclador facilita la monitorización y el control del mezclador y permite que se comiencen nuevas series de producción. La interfaz 50 del operario del secador permite que se monitorice y controle el funcionamiento del secador 26. La interfaz 52 de supervisor del control del sistema se proporciona para el mantenimiento y la modificación de las fórmulas, así como para ver una representación del proceso global.

En una forma de realización preferida, los sistemas 58 y 60 PLC son sistemas PLC Allen Bradley PLC 5 Series (marca registrada), y el enlace 56 se facilita empleando Allen Bradley Data Highway Plus (marca registrada). La programación de los PLC se efectúa mediante el software de programación de PLC de Allan Bradley (marca registrada).

A continuación, se expondrá el funcionamiento del sistema 40 de control. El PLC 60 del secador incluye un registro 74 de desplazamiento, tal como se representa en la figura 4, que tiene n bloques 76 de registro para seguir la situación de un segmento concreto de la carga y una cantidad deseada de agua a evaporar del segmento de carga mientras avanza a lo largo de la línea 10 de producción. A este respecto, el sistema 40 de control divide la totalidad de la línea 10 de producción, desde la salida del extrusor de la estación 16 mezcladora hasta el final del secador 26, en un número de segmentos teóricos, ilustrados por $S_1, S_2, S_3 \dots S_n$ en la figura 1, de la misma longitud. La longitud de cada segmento S_i (donde $1 \leq i \leq n$) es un valor prefijado que viene determinado por la longitud de la línea de producción y por el

ES 2 211 447 T5

número de bloques 76 del registro de desplazamiento. Cada uno de los bloques 76 del registro 74 de desplazamiento está asociado con uno de los segmentos S_i de la línea 10 de producción, tal como se ilustra en la figura 4.

Adicionalmente, cada una de las zonas 78 y 80 secadoras del secador 26 está también dividida en un número de segmentos de longitud igual correspondiente a la longitud de los segmentos S_i de la línea de producción. Los segmentos de la primera zona 78 secadora se ilustran en la figura 1 como $DS_1 \dots DS_x$, donde x es el número total de segmentos de la primera zona 78 secadora. Los segmentos $DS_1 \dots DS_x$ de la primera zona 78 secadora y los segmentos secadores de la segunda zona 80 secadora se alinean con los segmentos S_i de línea de producción correspondientes que están situados a lo largo de la longitud de las zonas 78 y 80 secadoras. El PLC 60 del secador está configurado para proporcionar un registro adicional a cada una de las zonas 78 y 80 secadoras, teniendo cada registro un número de bloques de registro igual al número de segmentos en el que se ha dividido la zona secadora. A título de ejemplo, con referencia a la figura 5, el registro 82 para la primera zona 78 secadora tiene x bloques 84, cada uno de los cuales está asociado con uno de los segmentos DS_1 a DS_x del secador. El registro de la segunda zona 80 secadora está configurado de manera similar.

Un valor, que representa el coeficiente de evaporación k_m (donde $1 \leq m \leq x$) para cada segmento $DS_1 \dots DS_x$ del secador, se almacena en el bloque 84 del registro que está asociado con un segmento correspondiente del evaporador. Estos coeficientes, cuando se combinan entre sí, constituyen las curvas de evaporación del para el secador. Los coeficientes para cada segmento de las zonas 78 y 80 secadoras son valores fijos que se han calculado en función del diseño teórico del secador 26 y corregido por experiencia.

La figura 3 muestra un diagrama de flujo de las etapas de preproducción adoptadas por el sistema 40 de control. En particular, tal como viene indicado por el bloque 66, la primera etapa de preproducción supone la determinación de qué series de producción se requieren, las cuales normalmente se introducen en la interfaz 44 de supervisor del almacén. A continuación, se facilita una lista de series de producción requeridas a la interfaz 46 de supervisor de la producción y la interfaz 48 de operario del mezclador, donde se añaden a una lista de espera de producción que contiene una lista de series de producción requeridas, la activa en ese momento y aquellas series de producción que están completas parcial o totalmente. Tal como viene indicado por el bloque 68, mientras se produce un producto presente, o antes del inicio del proceso, un operario puede emplear la interfaz del operario del mezclador para seleccionar el siguiente producto a producir de la lista de espera de producción. Tal como viene indicado por el bloque 70, una vez se selecciona un producto concreto, el sistema 42 supervisor descargará un conjunto de especificaciones de producto y de proceso para ese producto en particular, que se conservan en una base de datos segura situada en el servidor 54 de la planta. Estas especificaciones de procedimiento y de producto, constituyen la base de una "fórmula", que consiste en formulaciones, valores de consigna de control del proceso e instrucciones para producir ese producto en concreto (incluyendo la longitud de panel). Las fórmulas conservadas en el servidor 54 de la planta se conocen como "fórmulas maestras" y, una vez que las fórmulas se descargan al sistema 42 supervisor, se conocen como "fórmulas de control".

Una vez que se ha seleccionado un producto de la lista de espera de producción y descargado la fórmula para ese producto descargado, la interfaz 48 de operario del mezclador mostrará la fórmula para ese producto y le permitirá al operario ajustar ciertos valores de consigna dentro de unos límites prefijados, si se deseara (véase el bloque 70). Tal como viene indicado por el bloque 72, durante el inicio de una serie de producción para un producto concreto, la interfaz 48 de operario del mezclador se emplea para configurar los varios sistemas PLC de la línea 10 de producción y el controlador de la cuchilla. Para hacer esto, la interfaz 48 de operario del mezclador descarga varios valores de consigna correspondientes a cada uno de los sistemas PLC y al controlador 64 de la cuchilla que se basan en el producto específico a producir.

Tras completarse la preparación del producto, la línea 10 de producción comienza a producir paneles según la nueva fórmula de control. En la figura 6, se muestran las etapas realizadas por el sistema 40 de control durante una serie de producción.

Tal como se ha mencionado anteriormente, yeso calcinado, agua y otros aditivos se combinan en la estación 16 mezcladora y, a continuación, se extruyen entre láminas de papel superior e inferior para proporcionar una banda continua de panel de yeso que avanza a lo largo de la cinta 18 de formación. La banda continua de panel de yeso es una futura carga para la unidad 26 secadora y es dividida en una serie de segmentos de carga por el sistema 40 de control de la siguiente manera. Una cinta 86 pesadora mide la cantidad de yeso suministrada al mezclador 16, y unos caudalímetros 88 (etapa 90) miden la cantidad de agua añadida al mezclador 16 procedente de varias fuentes, lo que permite calcular la cantidad total de agua añadida para una longitud predeterminada de segmento de panel (un "segmento de panel") (siendo la longitud predeterminada de un segmento de panel equivalente a un segmento S de línea de producción). La cantidad total de agua añadida para cada segmento de panel se emplea para determinar la cantidad deseada de agua a evaporar de cada segmento de carga, que en el presente documento se representa como un valor e_j de agua libre (donde j indica un segmento arbitrario de carga). El valor de agua libre es el agua en exceso contenida en cada segmento de carga que no es necesaria para la hidratación del yeso calcinado. A medida que cada segmento de panel deja el extrusor, su valor e_j de agua libre se almacena en el bloque 76 de registro del registro 74 de desplazamiento que corresponde al primer segmento S_1 de la línea 10 de producción (etapa 92). Mientras el segmento de carga avanza a lo largo de la cinta 18 de formación, y a través de la línea 10 de producción, su valor e_j de agua libre se desplaza continuamente, en sincronización con el movimiento del segmento de carga, al bloque 76 de registro que corresponde con la siguiente posición del segmento de carga en la línea 10 de producción, y, de esta manera, el valor

ES 2 211 447 T5

de agua libre para un segmento concreto de la carga se sigue por toda la línea 10 de producción (etapa 94). El PLC 60 sigue la velocidad de la línea 10 y hace avanzar el registro 74 de desplazamiento en periodos de tiempo adecuados.

Las tablas se cortan en longitudes predeterminadas de panel en la cuchilla 20, tras lo cual, pasan a través de la estación 22 de transferencia final en mojado al sistema 24 de transferencia del secador. En la estación de transferencia final en mojado, los paneles se inspeccionan, y los paneles rechazados se retiran antes de que lleguen a la cinta 24 del sistema de transferencia del secador. Para facilitar la retirada de paneles, la estación 22 de transferencia final en mojado incluye un portal 23 de rechazo que retira los paneles rechazados de la línea 10 al recibir una señal procedente de un interruptor activado por operario. Por tanto, la carga que avanza a lo largo del sistema 24 de transferencia del secador a, y a través del secador 26, comprende segmentos sucesivos de la carga que pueden incluir paneles de yeso o espacios vacíos donde se ha rechazado un panel o grupos de paneles. Cuando se rechaza un panel o grupo de panel de la línea de producción, el sistema 40 de control pone a cero los valores e_j de agua libre de los segmentos de carga ocupados anteriormente por tal panel o grupo de paneles. En particular, cuando se rechaza un panel, la señal que activa el portal 23 de rechazo activa también un codificador rotativo que está conectado al registro 74 de desplazamiento, haciendo que, a medida que se retiran los paneles, se pongan a cero los valores de agua libre contenidos en los bloques 76 de registro correspondientes a los segmentos S de línea de producción de la línea 10 en los que se retiran los paneles rechazados, y los valores nulos se desplazan a lo largo del registro 74 de desplazamiento en intervalos de tiempo posteriores, siguiendo el hueco resultante que existe en la línea de paneles que avanza a lo largo de la línea 10 de producción.

Sobre la base de los valores de agua libre de los segmentos de carga facilitados al secador 26, y de los coeficientes k_m de segmento de secador, pueden calcularse continuamente el ciclo total de funcionamiento de secado y la distribución del ciclo de funcionamiento de secado de las zonas 78 y 80 secadoras, y controlarse la energía calorífica del secador para adecuarse a ese ciclo de funcionamiento (etapas 96 y 98). En una forma de realización preferida, se calcula una temperatura Delta_T diferencial objetivo entre la entrada y la salida de cada una de las zonas 78 y 80 secadoras en periodos de tiempo sucesivos en función de la cantidad de agua libre contenida en la carga total de paneles que pasan a través del secador 26 durante cada periodo de tiempo. El periodo de tiempo viene determinado por la duración temporal que un segmento tarda en pasar a través de un único segmento DS_m de secador.

Preferiblemente, la temperatura Delta_T diferencial objetivo se calcula para cada zona secadora de la siguiente forma. En cada periodo de tiempo, a medida que los segmentos de carga entran, atraviesan y salen de cada zona secadora, el valor de agua libre de cada segmento de carga en esa zona secadora en ese instante se multiplica por el coeficiente de evaporación k_m para el correspondiente segmento DS_m de secador en el que está situado ese segmento de carga para ese periodo de tiempo. A continuación, se suman los productos resultantes de la multiplicación de los valores de agua libre y los coeficientes de evaporación para todos los segmentos de carga situados en la zona secadora durante el periodo de tiempo. Este valor sumado se multiplica por la velocidad del secador (que sigue el PLC 60 del secador) y por un valor que representa la proporción de secado por zona secadora para dar un valor de energía. A continuación, el valor de energía se convierte en un valor de temperatura que se ajusta al alza para tener en cuenta las pérdidas de calor en la zona secadora. El resultado es una temperatura Delta_T diferencial objetivo entre la entrada y la salida de la zona secadora, y se emplea como valor de consigna para controlar el flujo de combustible al quemador (u otra fuente de calor) de la zona secadora, ajustándose así la temperatura diferencial de la zona secadora para igualarse a la temperatura diferencial objetivo.

En forma ecuacional, el método anterior para calcular la temperatura Delta_T diferencial objetivo para cualquier periodo de tiempo dado, para cada zona secadora, está representado por la fórmula siguiente:

$$\text{Delta_T} = \frac{\left(\sum_{m=1}^x e_{(j+m-1)} \cdot k_m \right) \cdot v \cdot KZ}{C_o} + H_L$$

en la que:

- x = número total de segmentos de secador en la zona secadora;
- k_m = coeficiente de evaporación para un segmento DS_m de secador del secador (almacenado en el registro 82);
- e_{j+m-1} = valor de agua libre del segmento de carga situado en un segmento DS_m de secador de la zona secadora durante el periodo de tiempo en el que se realiza el cálculo (almacenado en el registro 74 de desplazamiento);
- v = velocidad del secador (valor medido);
- KZ = proporción de secado por zona secadora (valor predeterminado);
- H_L = valor de ajuste por pérdidas de calor (valor predeterminado); y

ES 2 211 447 T5

$C_o =$ coeficiente de conversión para convertir el numerador de la ecuación anterior de un valor de energía a un valor de temperatura (valor predeterminado).

5 Los valores que representan la proporción de secado por zona secadora (KZ) son valores predeterminados (basados en el número de zonas secadoras que tiene ese secador), así como lo son los valores de ajuste por pérdidas de calor. Similarmente, los factores de conversión (C_o) empleados para convertir el valor de energía calculado en un valor de temperatura, para cada una de las zonas secadoras, son valores predeterminados que se han obtenido empíricamente para cada zona secadora.

10 Si se han rechazado paneles en la transferencia 22 final en mojado, los huecos resultantes en la línea de paneles que atraviesa la unidad 26 secadora serán representados por la introducción de valores e_j de agua libre nulos en el cálculo de la temperatura ΔT diferencial objetivo, ocasionando así la reducción de la carga evaporativa del secador 26 y, en consecuencia, el ajuste de las temperaturas diferenciales de zona secadora.

15 Esto ayuda a evitar que el secador 26 seque excesivamente los paneles cuando se produzcan huecos en la línea de paneles de producción. Además de por rechazos en la transferencia de extremo húmedo, también pueden aparecer huecos al inicio y al final de una serie de producción, y el presente sistema puede ajustar en consecuencia la temperatura del secador para tales huecos. El sistema descrito también puede realizar ajustes por cualquier cambio que se produzca en la formulación de paneles para series de producción diferentes, permitiendo así que los cambios en la formulación de paneles se efectúen sin detener la línea de producción.

20 Puede situarse un dispositivo lector de humedad en el extremo de salida de la segunda zona 80 para suministrar lecturas de humedad a la interfaz 50 del operario del secador, en función de lo cual un operario puede recortar la temperatura de la zona 80 a través de la interfaz 50 del operario del secador.

25 Se apreciará que cuanto menor sea la longitud de los segmentos S_1 de línea de producción (y, por tanto, la longitud de los segmentos de carga), mayor serán la resolución y la precisión del sistema de control de secador. Preferiblemente, los segmentos S_1 de línea de producción tienen una longitud menor que la de los paneles que está produciendo la línea 10.

30 Se comprenderá que el sistema de control descrito anteriormente y mostrado en la figura 2 es tan sólo una de las muchas configuraciones posibles que podrían emplearse para implementar el sistema y el método de la presente invención. Tal como será evidente para los expertos en la técnica en vista de la descripción anterior, en la práctica son posibles muchas alteraciones y modificaciones de esta invención sin salirse del alcance de la misma. Por ejemplo, aunque en la figura 1 se han mostrado dos zonas secadoras, la presente invención podría implementarse con un secador que tuviese sólo una zona secadora o más de dos zonas secadoras, dependiendo de los requisitos de la línea de producción específica.

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Método para controlar la temperatura de un secador (26) en una línea (10) de producción de paneles de yeso en la que se suministra una carga que incluye una línea de paneles al secador (26), **caracterizado** por las etapas siguientes:

medir el volumen de agua utilizado para realizar los segmentos de carga;

determinar, para cada uno de una pluralidad de segmentos a lo largo de la longitud de la carga, una cantidad deseada de agua a evaporar de cada uno de los segmentos de carga en función del volumen de agua utilizado medido para realizar los segmentos de carga;

determinar la cantidad de energía requerida para evaporar las cantidades deseadas de agua de los segmentos de carga situados en el secador (26) durante un periodo de tiempo concreto; y

ajustar la energía calorífica aportada al secador (26) según dicha cantidad determinada de energía requerida.

2. Método según la reivindicación 1, en el que la etapa de determinar una cantidad deseada de agua a evaporar de cada segmento de carga incluye:

medir un volumen de agua suministrado a una estación (16) mezcladora de la línea (10) de producción para cada segmento de carga; y

calcular y almacenar la cantidad deseada de agua a evaporar de cada segmento de carga en función de la cantidad medida de agua.

3. Método según la reivindicación 2, en el que la etapa de determinar una cantidad deseada de agua a evaporar de cada segmento de carga incluye poner a cero la cantidad deseada de agua a evaporar de un segmento de carga cuando no se encuentre presente ningún panel en ese segmento de carga.

4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la etapa de determinar la cantidad de energía requerida para evaporar las cantidades deseadas de agua incluye:

calcular, para cada segmento de carga situado en una zona (78, 80) secadora del secador (26) en el periodo de tiempo en particular, el producto de la cantidad deseada de agua a evaporar y un coeficiente de evaporación;

sumar los productos determinados para los segmentos de carga en la zona (78, 80) secadora; y

calcular un valor de energía multiplicando los productos sumados por un valor que representa una velocidad a la que avanzan los segmentos de carga a través de la zona (78, 80) secadora.

5. Método según la reivindicación 4, en el que el coeficiente de evaporación multiplicado con la cantidad deseada de agua a evaporar de un segmento de carga en particular, depende de la situación de ese segmento de carga dentro de la zona (78, 80) secadora.

6. Método según la reivindicación 4 o la reivindicación 5, en el que dicha etapa de determinar la cantidad de energía requerida para evaporar las cantidades deseadas de agua incluye calcular una temperatura diferencial objetivo entre una entrada y una salida de la zona (78, 80) secadora convirtiendo el valor de energía en un valor de temperatura y ajustando el valor de temperatura para tener en cuenta las pérdidas de calor en la zona (78, 80) secadora.

7. Método según la reivindicación 6, en el que la etapa de ajustar la energía calorífica aportada al secador (26) incluye ajustar una temperatura diferencial de la zona (78, 80) secadora para igualar la temperatura diferencial objetivo.

8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que todos los segmentos de carga tienen una longitud uniforme.

9. Método según la reivindicación 2, en el que todos los segmentos de carga tienen una longitud uniforme, y que comprende las etapas siguientes:

(a) proporcionar un registro (74) de desplazamiento que tiene una pluralidad de bloques (76) de registro;

(b) dividir la línea de producción en un número de segmentos (S_i) sucesivos que tienen una longitud igual a la longitud uniforme;

(c) asociar cada uno de los segmentos (S_i) con un bloque (76) único del registro (74) de desplazamiento; y

(d) seguir la cantidad deseada de agua a evaporar de cada uno de los segmentos de carga que avanza a lo largo de la línea de producción durante periodos de tiempo sucesivos almacenando, para cada segmento de

ES 2 211 447 T5

carga durante cada periodo de tiempo, la cantidad deseada de agua a evaporar del segmento de carga en un bloque (76) de registro de desplazamientos asociado con el segmento (S_i) de línea de producción que está atravesando el segmento de carga durante el periodo de tiempo.

5 10. Método según la reivindicación 9, en el que la etapa de calcular y almacenar la cantidad deseada de agua a evaporar incluye poner a cero la cantidad deseada de agua a evaporar de un segmento de carga si se retira de la línea de producción un panel que ocupa ese segmento de carga.

11. Método según la reivindicación 9 o la reivindicación 10, que comprende las etapas siguientes:

10 proporcionar un registro (82) adicional que tiene una pluralidad de bloques (84) de registro;

dividir una zona secadora del secador en X segmentos (DS_m) de secador sucesivos que tienen cada uno una longitud igual a la longitud uniforme;

15 asociar cada uno de los segmentos (DS_m) de secador con un bloque (84) único del registro (82) adicional; y

proporcionar y almacenar un valor que representa un coeficiente de evaporación k_m para cada uno de los segmentos (DS_m) de secador en el bloque (84) de registro asociado con ese segmento de secador,

20 en el que la etapa de determinar la cantidad de energía incluye determinar una velocidad a la que avanzan los segmentos de carga a través del secador (26) y calcular una cantidad total de energía calculando, para cada segmento de carga situado en la zona (78, 80) secadora en el periodo de tiempo en particular, un producto entre la cantidad deseada de agua a evaporar y el coeficiente de evaporación para el segmento (DS_m) de secador a través del cual está pasando el segmento de carga en ese periodo de tiempo en particular, sumando los productos calculados para los segmentos de carga situados en la zona (78, 80) secadora en el periodo de tiempo en particular, y multiplicando los productos sumados por un valor que representa una proporción deseada de secado para la zona (78, 80) secadora.

30 12. Método según la reivindicación 11, en el que la cantidad total de energía se convierte en una temperatura diferencial objetivo entre una entrada y una salida de la zona (78, 80) secadora y se ajusta para compensar las pérdidas de calor de la zona (78, 80) secadora, y la etapa de ajustar la energía calorífica aportada al secador (26) incluye ajustar la temperatura diferencial de la zona (78, 80) secadora para igualar la temperatura diferencial objetivo.

35 13. Dispositivo secador de paneles de yeso para una línea de producción de paneles de yeso, que comprende:

un secador (26) que incluye una fuente (79, 81) de energía calorífica para aportar energía calorífica al secador; y

un sistema (24) de transferencia para transferir una carga que comprende una línea de paneles de yeso a y a través del secador (26);

40 **caracterizado por**

unos medios para medir el volumen de agua utilizado para realizar los segmentos de carga; y un sistema de control (40) para el secador, comprendiendo el sistema de control:

45 (a) medios (92) de determinación para determinar, para cada uno de una pluralidad de segmentos ($S_1, S_2, \dots$) a lo largo de la longitud de la carga, una cantidad deseada de agua a evaporar de cada uno de los segmentos de carga en función del volumen de agua utilizado medido para realizar los segmentos de carga;

50 (b) medios (96) de cálculo, sensibles a los medios (92) de determinación, para determinar una cantidad de energía requerida para evaporar las cantidades deseadas de agua de todos los segmentos de carga situados en el secador (26) durante un periodo de tiempo en particular, y

55 (c) medios (98) de ajuste, sensibles a los medios (96) de cálculo y conectado operativamente a la fuente (79, 81) de energía calorífica, para ajustar la energía calorífica aportada al secador (26) según la cantidad determinada de energía.

60 14. Dispositivo secador según la reivindicación 13, en el que los medios (92) de determinación incluyen medios (90) de medición para medir la cantidad de agua suministrada a una estación (16) mezcladora de la línea de producción para producir cada segmento de carga, y medios (96) para calcular y almacenar la cantidad deseada de agua a evaporar para cada segmento de carga en función de la cantidad medida.

15. Dispositivo secador según la reivindicación 14, en el que los medios (96) de cálculo y almacenamiento están configurados para seguir, en periodos de tiempo consecutivos, la situación y la cantidad deseada de agua a evaporar para cada segmento de carga, e incluye:

un registro (74) de desplazamiento que tiene una pluralidad de bloques (76) de registro;

ES 2 211 447 T5

medios para dividir teóricamente la línea de producción en un número de segmentos sucesivos cada uno de los cuales tiene una longitud aproximadamente igual a la longitud de un segmento de carga;

medios para asociar cada uno de los segmentos de línea de producción con un único bloque de registro de desplazamiento; y

medios para almacenar la cantidad deseada de agua a evaporar de cada segmento de carga en el bloque de registro de desplazamiento asociado con el segmento de línea de producción que cada segmento de carga está atravesando durante cada periodo de tiempo.

16. Dispositivo secador según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, en el que el secador (26) incluye una pluralidad de zonas (78, 80) secadoras cada una de las cuales está provista de una fuente (79, 81) de energía calorífica independiente controlada por dichos medios de ajuste, y los medios de control incluyen medios para determinar una velocidad del secador a la que avanzan los segmentos de carga a través del secador (26) y para comunicar la velocidad del secador a los medios de cálculo, estando los medios (96) de cálculo configurados para, para cada zona (78, 80) secadora:

calcular, para cada segmento de carga situado en la zona (78, 80) secadora durante el periodo de tiempo, el producto entre la cantidad deseada de agua a evaporar para el segmento de carga y un coeficiente de evaporación que depende de la situación del segmento de carga en la zona (78, 80) secadora;

sumar los productos obtenidos para los segmentos de carga en la zona (78, 80) secadora; y

calcular un valor de energía multiplicando los productos sumados para la zona (78, 80) secadora por la velocidad del secador y por un valor predeterminado que representa una proporción deseada de secado para la zona (78, 80) secadora.

17. Dispositivo secador según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, en el que los medios (92) de determinación están configurados para poner a cero la cantidad deseada de agua a evaporar para un segmento de carga en particular, cuando no hay ningún panel situado en el segmento de carga.

18. Dispositivo secador según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 17, en el que los medios (92) de determinación y los medios (98) de ajuste incluyen cada uno un dispositivo (58, 60) de control de lógica programable, y los medios de cálculo incluyen al menos un sistema (42) computerizado programado de antemano.

19. Sistema (40) de control de secador para controlar el funcionamiento de un secador (26) en una línea (10) de producción de paneles de yeso, en el que se suministra una carga que incluye una línea de paneles de yeso al secador (26), **caracterizado** por:

medios (92) de determinación para medir la cantidad de agua suministrada a una estación (16) mezcladora de la línea (10) de producción, y para determinar y almacenar, para cada uno de una serie de segmentos ($s_1, s_2, \dots$) de carga consecutivos de longitud uniforme, una cantidad deseada de agua a evaporar de cada uno de los segmentos de carga consecutivos en función de la cantidad medida de agua;

medios (96) de cálculo, sensibles a los medios de determinación, para determinar una carga de evaporación del secador (26) en función de las cantidades deseadas de agua a evaporar de todos los segmentos de carga situados en el secador (26) en un instante en particular; y

medios (98) de ajuste, sensibles a los medios (96) de cálculo, para controlar un elemento (79, 81) de calentamiento del secador (26) para ajustar la energía calorífica aportada al secador (26) según la carga determinada de evaporación.

20. Línea (10) de producción de paneles de yeso, que comprende un sistema de control de secador según la reivindicación 19.

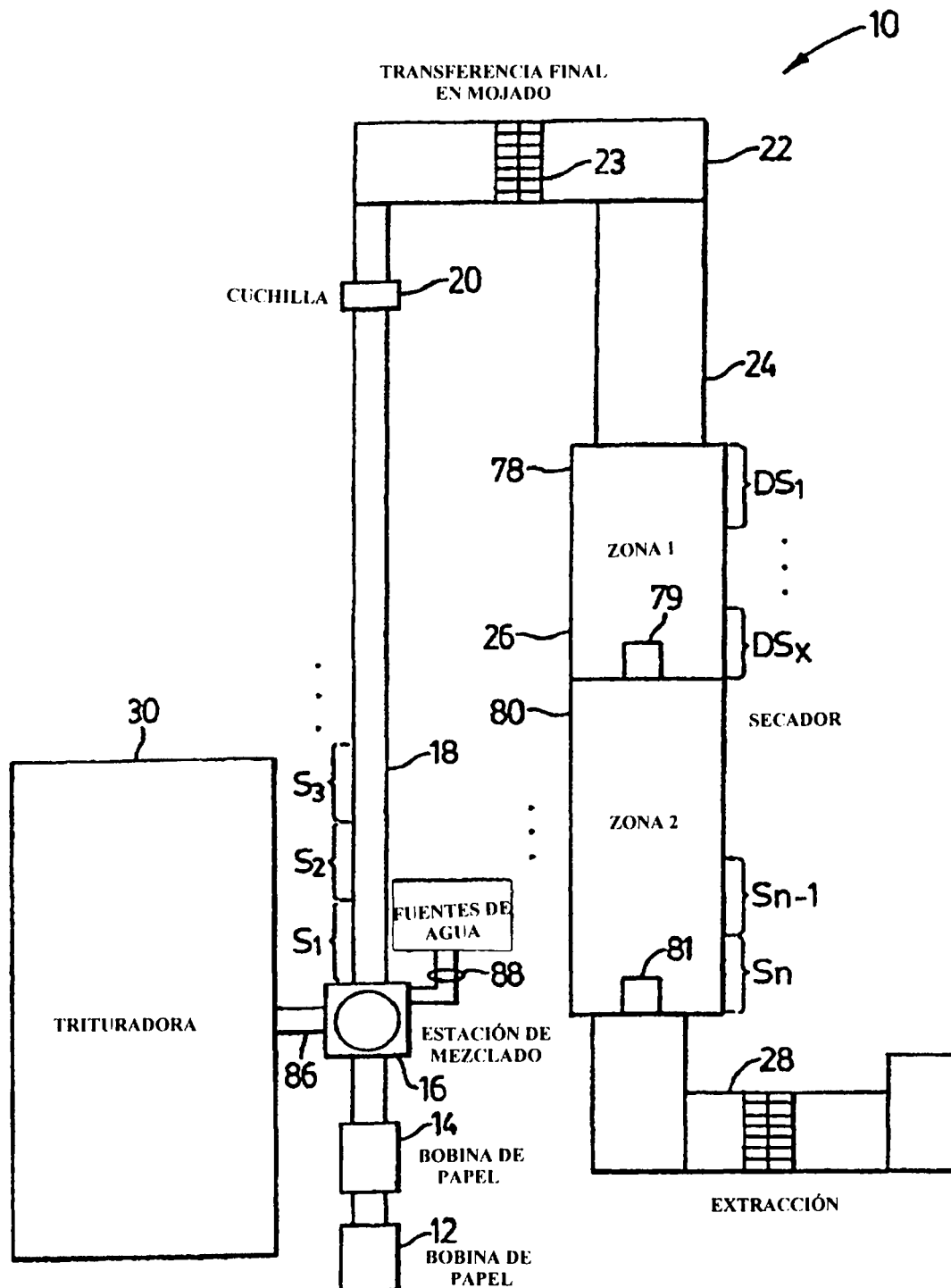


FIG. 1

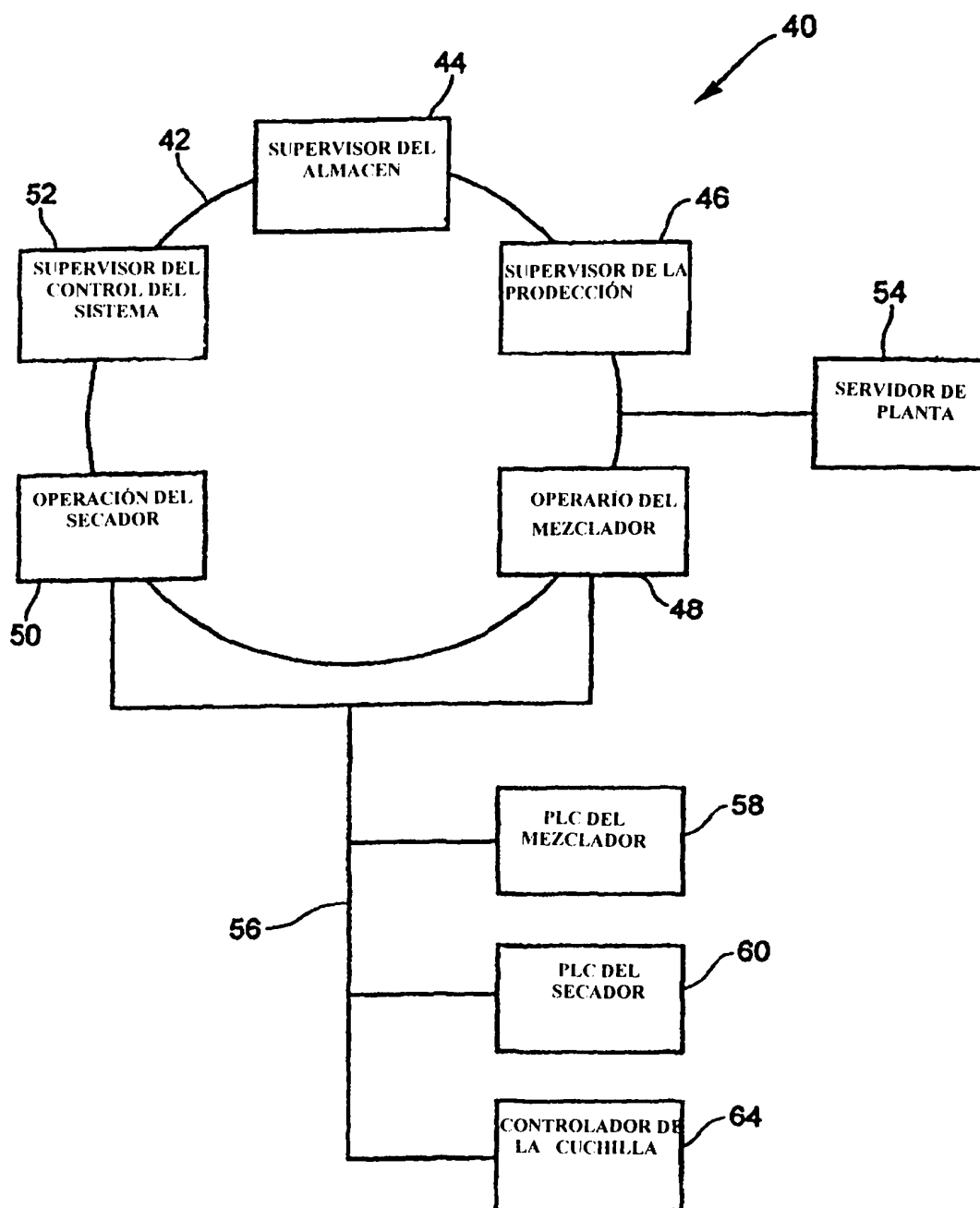


FIG. 2

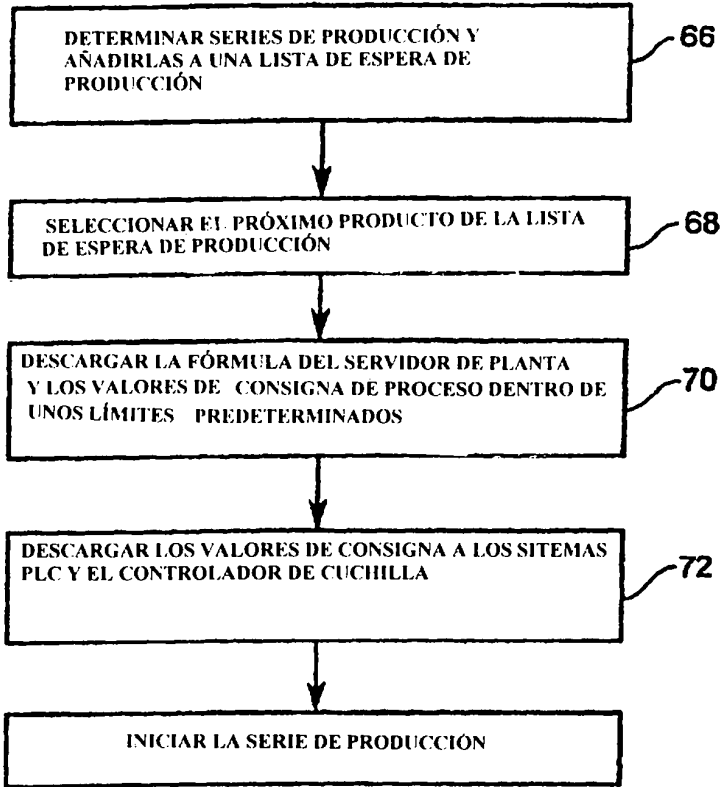


FIG. 3

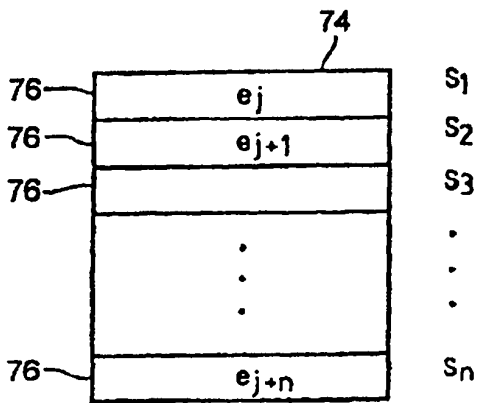


FIG. 4

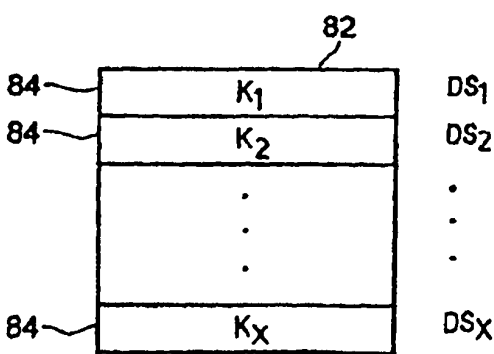


FIG. 5

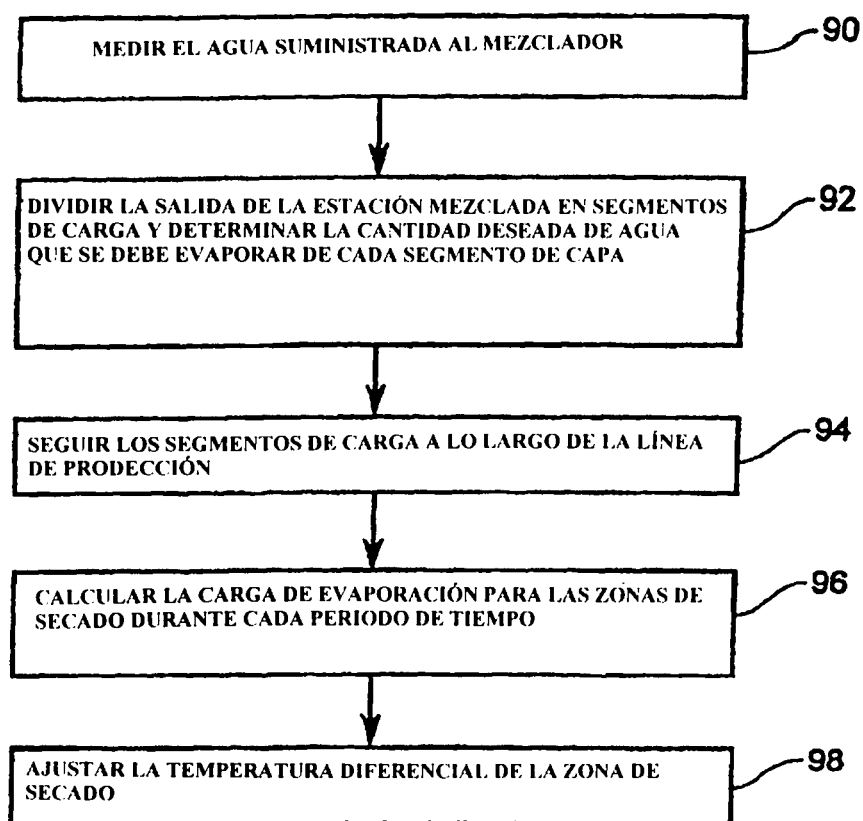


FIG. 6