

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 526**

51 Int. Cl.:

D21F 5/00 (2006.01)

D21F 5/20 (2006.01)

D21G 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2010 E 10700855 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **11.01.2012 EP 2403991**

54 Título: **Control de la parte de secado ampliada de una máquina papelera**

30 Prioridad:

04.03.2009 DE 102009011217

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.02.2013

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**REINSCHKE, JOHANNES;
FRIES, EDGAR;
SIEBER, ALBRECHT y
SPETH, FRIEDRICH**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 395 526 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

Control de la parte de secado ampliada de una máquina papelera

La invención se refiere a un procedimiento y a un control apoyado por modelo para el control de al menos una parte de una máquina papelera, una máquina papelera con un control de este tipo, un programa informático para llevar a cabo el procedimiento conforme a la invención así como un producto de programa informático, en el que está archivado el programa informático conforme a la invención.

En especial en la parte de secado de una máquina papelera se necesita mucha energía para el secado de la banda de papel – un aumento de la eficiencia energética de la parte de secado puede influir significativamente en la producción total. Ocasionalmente también la parte de secado es el “cuello de botella” con relación al rendimiento de la instalación, es decir, mediante un secado mejorado puede aumentarse el rendimiento.

Para ahorrar energía es conocido utilizar controles inteligentes, como por ejemplo el “Dryer Management System” de Kadant Johnson, que modela el secado de la verdadera parte de secado, compuesta fundamentalmente por cilindros de secado y tolva de secado, de una máquina papelera.

La invención se ha impuesto la tarea de hacer posible un modo de marcha mejorado, respectivamente optimizado, de una “parte de secado ampliada” de una máquina papelera.

Por la “parte de secado ampliada” se entiende con ello:

- la “verdadera” parte de secado, compuesta fundamentalmente por cilindros de secado y tolva de secado y dividida, dado el caso, en parte de pre-secado y parte de post-secado con prensa encoladora situada entremedio;
- dado el caso la prensa encoladora;
- el sistema de vapor y agua condensada;
- el sistema de aire de salida-recuperación de calor;
- la prensa húmeda;
- las aguas blancas, en especial la temperatura de las aguas blancas regulada mediante la aplicación de vapor frío.

Por un modo de marcha “mejorado” u “optimizado” se entiende un modo de marcha que reduzca el consumo de energía específico (= toneladas de vapor por tonelada de papel producido) y/o aumente el rendimiento (= toneladas de papel producido por hora) y/o aumente el volumen de producción durante un mayor espacio de tiempo (= toneladas de papel producido por semana o mes). El último criterio “aumento del volumen de producción” puede conseguirse mediante el aumento del rendimiento y/o el aumento del tiempo de producción, respectivamente la disponibilidad de la instalación, es decir, mediante la mejora de la llamada “Runnability”.

Esta tarea es resuelta mediante un procedimiento para controlar al menos una parte de una máquina papelera, que contiene un modelo en línea de los conjuntos de la instalación

- parte de secado, dado el caso, dividida en parte de pre-secado y parte de post-secado con prensa encoladora situada entremedio,
- sistema de recuperación de calor,
- sistema de vapor y agua condensada, que contiene además opcionalmente un modelo en línea del conjunto de la instalación
- prensa húmeda y/o
- regulación de la temperatura de las aguas blancas, en donde
- en el modelo en línea se distingue entre las cuatro corrientes de material
- papel húmedo,
- aire húmedo,
- mezcla de vapor y agua condensada de agua muy pura,
- agua de proceso con diferentes contenidos de glicol,

- en el modelo en línea se calcula un balance de masa y energía para todas las corrientes de material, en cada caso en
 - la parte de secado,
 - el sistema de recuperación de calor y
- 5 • el sistema de vapor y agua condensada,
- a partir de los balances de masa y energía se calcula el consumo de energía específico y
- se representan los balances de masa y energía y/o el consumo de energía específico – de forma preferida gráfica y/o tabularmente – y/o se llevan a un indicador.

10 La tarea es resuelta asimismo mediante un control, una máquina papelera, un programa informático así como un producto de programa informático con las particularidades indicadas en las reivindicaciones 12 – 15.

El procedimiento conforme a la invención se basa en un modelo en línea de la “parte de secado ampliada” completa con los conjuntos ya citados - siempre que estos estén presentes en la instalación concreta.

El sistema conocido del estado de la técnica sólo modela el secado en la parte de pre- y post-secado, pero no contiene ningún modelo de los siguientes conjuntos, respectivamente fenómenos:

- 15 -
- calentamiento de las aguas blancas,
 - influencia de la prensa húmeda en el secado de la banda de papel,
 - sistema de vapor y agua condensada,
 - sistema de recuperación de calor a partir del aire de salida húmedo.

20 El procedimiento conforme a la invención para controlar al menos la parte de secado (ampliada) se basa por el contrario en un modelo de las partes de presecado y postsecado así como de la prensa encoladora, de la prensa húmeda, del sistema de vapor y agua condensada, del sistema de recuperación de calor y del calentamiento de las aguas blancas, ya que una reducción ulterior del consumo de energía específico sólo puede conseguirse mediante un sistema de control apoyado por modelo, cuyo modelo comprenda una parte de instalación tan amplia (respectivamente tantas partes de instalación).

25 En el modelo se incluyen también las características de las diferentes corrientes de material. Con ello se modelan la estera de fibras húmeda – que se produce al comienzo de la producción de papel – y el papel húmedo, en cada caso como mezcla fibra-agua. Las características del aire húmedo (aire de entrada y aire de salida del secado de papel), de la mezcla vapor de agua-agua condensada de alta pureza así como del agua de proceso (dado el caso alternado con glicol) pueden, por el contrario, consignarse también por ejemplo tabularmente.

30 Una disminución del consumo de energía específico (= toneladas de vapor por tonelada de papel producido) puede conseguirse aquí naturalmente no sólo mediante una reducción del consumo de energía con el mismo rendimiento de la máquina papelera, sino también mediante un aumento del rendimiento con el mismo consumo de energía. Idealmente ambas condiciones pueden cumplirse simultáneamente para un consumo de energía específico reducido, es decir, se consigue un mayor rendimiento con un menor uso de energía.

35 El procedimiento conforme a la invención puede utilizarse para cálculos “¿qué pasaría si?” en línea. Mediante el cálculo de los respectivos balances de masa y energía así como del consumo de energía específico pueden simularse de forma sencilla los efectos de una modificación en el consumo de energía.

40 Los balances de masa y energía calculados y/o el consumo de energía específico correspondiente se llevan a un indicador – en especial mediante representación gráfica y/o tabular. Aquí el usuario puede elegir ventajosamente la unidad física, es decir, por ejemplo si una corriente másica determinada debe indicarse en toneladas por hora o en kilogramos por segundo.

45 Para la representación gráfica se anotan los valores calculados ventajosamente en una representación esquemática de la parte de instalación o de las partes de instalación de la máquina papelera, correspondiente(s) a los valores a representar, muy cerca de los componentes correspondientes. Mediante esta asociación un observador puede percibir “de un vistazo” los resultados (parciales) correspondientes para el componente respectivo, por ejemplo de la prensa encoladora.

50 Para mejorar el entendimiento de la representación gráfica es además ventajoso representar sólo una selección – que debe decidir el usuario – de los resultados. De este modo pueden representarse por ejemplo en una primera vista sólo los resultados para las partes de pre-y post-secado así como de la prensa encoladora y húmeda correspondientes a la banda de papel, en una segunda vista los resultados correspondientes al aire de tolva y en

una tercera vista los resultados correspondientes al encolado. En otras vistas pueden representarse los resultados, por ejemplo para el sistema de vapor y agua condensada en cada caso de las partes de pre- y post-secado, en un dibujo esquemático correspondiente.

- 5 Con ello no es necesario recoger los resultados como valor absoluto en el dibujo, también pueden representarse gráficamente por ejemplo en forma de un diagrama de barras o referirse, por ejemplo para cálculos “¿qué pasaría si?”, porcentualmente a los valores reales actuales de la máquina papelera.

10 En una forma ventajosa de la configuración se calculan valores para la corriente de producto “papel húmedo” sobre los parámetros temperatura, corriente másica, humedad absoluta, humedad relativa; para la corriente de material “aire húmedo” sobre los parámetros temperatura, corriente volumétrica, corriente másica, corriente de energía, humedad absoluta, humedad relativa, punto de rocío; para la corriente de producto “vapor y agua condensada” sobre los parámetros temperatura, presión, porcentaje de vapor, corriente másica y corriente de energía. Es especialmente ventajoso si, además de los resultados representados – balances de masa y energía y/o consumo de energía específico – se incluyen otras magnitudes, como por ejemplo temperatura y densidad de la banda de papel a secar, en la representación – ya sea ahora gráficamente o en forma de un resumen tabular. También es
15 especialmente muy ventajoso si se tiene en cuenta que la parte de presecado y/o la de post-secado se componen normalmente de varios grupos de trabajo, en donde para cada grupo de trabajo se calcula en cada caso un balance de masa y energía. De este modo la invención no sólo hace posible un reconocimiento de potenciales de ahorro, sino que también conduce a una mejora del entendimiento de la instalación. Con ello un resumen de la instalación ayuda a identificar, respectivamente diagnosticar, conjuntos averiados o a mantener (como por ejemplo intercambiadores de calor que generan hollín), técnica de medición defectuosa (por ejemplo medición de presión de
20 paso y diferencial en una válvula no se corresponden) o un modo de marcha desfavorable (por ejemplo si válvulas de vapor de derivación, que deberían estar cerradas durante la producción normal, están cerradas a pesar de ello).

25 En otra forma de ejecución ventajosa se asocia un valor de cálculo, al menos de un parámetro en el modelo en línea, al valor de medición de un sensor correspondiente y el modelo en línea se adapta mediante comparación entre valor de cálculo y valor de medición. Con ello se adapta por ejemplo el coeficiente de transferencia de masa en la ecuación de Stefan, de tal modo que coincidan la humedad de papel calculada y la medida después de la parte de secado.

30 En otra forma de ejecución ventajosa se modelan influencias específicas de la máquina papelera de al menos uno de los parámetros temperatura y humedad de un aire de entrada de proceso, temperatura y humedad de un aire de salida de proceso, temperatura de las aguas blancas, velocidad de la máquina, presiones de vapor en grupos de vapor principales y presiones diferenciales en grupos de vapor secundarios sobre el secado de una banda de papel, y se calculan valores nominales para al menos uno de estos parámetros. De este modo con el procedimiento conforme a la invención pueden ajustarse óptimamente magnitudes, como por ejemplo las citadas. Sin embargo, según el equipamiento de la máquina papelera puede también tenerse en cuenta, respectivamente ajustarse – en el caso de estar disponible – por ejemplo la utilización de un cajón de soplado de vapor en la prensa húmeda. Los
35 llamados “desgarros” de la banda de papel tienen lugar normalmente en la “parte de secado ampliada”, que según la definición anterior aparte de la verdadera parte de secado incluye la prensa húmeda y la encoladora. Mediante una mejor “Runnability” puede reducirse el número de desgarras y, de este modo, aumentarse el tiempo de producción y el volumen de producción.

40 En otra forma de ejecución ventajosa se conserva el valor de al menos un parámetro, y para los parámetros cuyos valores no se conservan se determinan valores nominales mediante un algoritmo de optimización. El algoritmo de optimización puede optimizar una media ponderada entre consumo de energía específico y rendimiento. De este modo pueden perseguirse simultáneamente y de forma equilibrada dos metas importantes a la hora de producir papel – aumento de la eficiencia energética y del rendimiento. Alternativamente pueden optimizarse también en cada caso sólo por sí mismos el consumo de energía específico o el rendimiento.
45

50 En otra forma de ejecución ventajosa se prefija al menos para uno de los parámetros un margen de valores, dentro del cual se conserva sucesivamente un número prefijable de valores, y se determina para los parámetros cuyos valores no se conservan, para cada uno de los valores dentro del margen de valores en cada caso valores nominales, mediante un algoritmo para optimizar una media ponderada entre consumo de energía específico y rendimiento. De este modo pueden hacerse “propuestas” en un paso para todo el margen de valores. Además de esto un operario (conductor de instalación) puede reconocer así fácilmente, qué efectos tienen las modificaciones de un parámetro sobre los valores nominales calculados de los otros parámetros.

55 En otra forma de ejecución ventajosa se calculan los valores nominales en intervalos de tiempo regulares o cuando lo solicite un conductor de instalación. Los intervalos de tiempo pueden regirse con ello según la dinámica de proceso de la parte de instalación modelada y suponen normalmente entre 10 y 60 segundos, en especial 30 segundos.

En otra forma de ejecución ventajosa se prefija automáticamente al menos un valor nominal para un elemento de ajuste asociado al parámetro correspondiente o a una instalación reguladora asociada de un DCS (“Distributed Control System”) de la máquina papelera. De este modo el procedimiento conforme a la invención no sólo puede

“proponer” valores nominales optimizados, que por ejemplo pueden ser confirmados o sólo asumidos tendenciosamente por un conductor de instalación, sino servir también directamente de “método de control” con relación a los valores nominales calculados. Con ello los valores nominales puede prefijarse directamente para un elemento de ajuste, aunque normalmente se alimentan a una instalación reguladora del DCS .

5 En otra forma de ejecución ventajosa se calcula un desarrollo en el tiempo de al menos un valor nominal, con ayuda de un algoritmo de optimización predictivo por modelo. Esto se refiere sobre todo a cambio de tipo y valores nominales de pausa, con lo que puede conseguirse una aceleración del cambio de tipo así como de la puesta en marcha después de paradas o pausas. En especial puede modificarse, respectivamente invertirse, sólo con relativa lentitud la temperatura de los cilindros de secado en la verdadera parte de secado. El acortamiento del tiempo de inversión de un tipo al siguiente así como la optimización de valores nominales de pausa, con la meta de poder volver a ponerse en marcha lo más rápidamente posible y al mismo tiempo mantener reducidas las pérdidas de energía durante la pausa, son medios adicionales para aumentar el volumen de producción y disminuir el consumo de energía específico.

15 En otra forma de ejecución ventajosa se generan límites de instalación, respectivamente valores límite de parámetros, a partir de magnitudes calculadas, respectivamente derivadas del modelo en línea, y/o están predeterminados fijamente y/o son prefijados por el conductor de instalación y se tienen en cuenta para el cálculo de un valor nominal. Magnitudes derivadas del modelo en línea son con ello, por ejemplo, temperaturas del punto de rocío. La consideración de estos valores límite puede garantizar, entre otras cosas, que los valores nominales calculados también puedan materializarse en la máquina papelera concreta.

20 En otra forma de ejecución ventajosa al menos un sensor correspondiente a un parámetro mide el valor del parámetro y emite, en el caso de una desviación del valor de medición respecto al valor de cálculo del parámetro, una señal de aviso. Por medio de esto se consigue una vigilancia ampliada de la instalación, por ejemplo sobre si están abiertas unas válvulas que deberían estar cerradas en funcionamiento normal. Si es éste el caso, puede indicarse en una unidad indicadora, por ejemplo un mensaje de texto “¡válvula abierta!” resaltada ópticamente.

25 También son concebibles alternativa o adicionalmente otras formas de la generación de señales óptica o acústica, que posiblemente pueden acoplarse también escalonadas en función de la diferencia entre valor de medición y valor de cálculo, de tal modo que en el caso de una gran discrepancia, que podría indicar un mal funcionamiento, literalmente “suenen las campanas de alarma”. De este modo el procedimiento conforme a la invención no sólo se ocupa de una vigilancia de los valores de medición para mantener los potenciales de uso reconocidos o calculados, sino también de una mayor seguridad durante el funcionamiento de la máquina papelera.

30 Los controles para instalaciones mayores, compuestas por varias partes de instalación – como por ejemplo máquinas papeleras – tienen normalmente una estructura multi-etapa. Casi siempre se dispone de reglajes en cascada, para los que se prefijan valores nominales desde una instalación superpuesta. Los valores nominales pueden ser aquí valores nominales válidos momentáneamente o ser funciones del tiempo (desarrollos de valor nominal).

Normalmente los llamados sistemas de nivel 2 calculan los valores nominales mediante algoritmos de optimización en línea que, por su parte, se basan en modelos en línea de la instalación a controlar. Los modelos en línea son con frecuencia modelos matemáticos-físicos. En ciertos casos los modelos presentan parámetros que ya no pueden modelarse físicamente de forma conveniente, sino que tienen que determinarse empíricamente. Ejemplos de parámetros de este tipo son coeficientes de transición de calor, valores de fricción, etc. Los parámetros empíricos se preajustan normalmente durante la fase de puesta en marcha – basándose en parte en mediciones fuera de línea adicionales – y se adaptan durante el funcionamiento de la instalación y/o se representan mediante modelos empíricos (adaptativos). Un ejemplo de modelos empíricos de este tipo son redes neuronales.

45 Un control conforme a la invención de una máquina papelera conforme a la invención representa un sistema de nivel 2 de esta clase. Con ello el procedimiento conforme a la invención puede formar parte de un procedimiento de funcionamiento general que se desarrolla en el control.

Mediante el procedimiento conforme a la invención pueden llevarse a cabo de forma sencilla cálculos de optimización fuera de línea para la representación, específica de la instalación, de las influencias específicas de la máquina papelera. En especial en el caso de recogerse magnitudes adicionales en la representación de los resultados, el sistema de nivel 2 basado en modelo conforme a la invención puede usarse como sensor soft para indicar valores no mesurables. De este modo la invención no hace posible un reconocimiento de potenciales de ahorro, sino que conduce también a un mejor entendimiento de la instalación.

Si el sistema de nivel 2 está unido en línea a la máquina papelera, pueden ajustarse valores favorables para los parámetros también mediante el control en la máquina papelera.

55 De forma ventajosa se prefija automáticamente al menos un valor nominal para un elemento de ajuste asociado al parámetro correspondiente o a una instalación reguladora asociada de la máquina papelera. De este modo el sistema de nivel 2 no sólo puede servir de “sistema de propuesta” sino también de “sistema de control” con relación a los valores nominales calculados mediante el algoritmo para optimizar una media ponderada entre el consumo de

energía específica y el rendimiento. Con ello los valores nominales pueden prefijarse directamente para un elemento de ajuste, aunque normalmente se alimentan a una instalación reguladora del DCS .

Estas instalaciones reguladoras pueden estar configuradas como reguladores basados en modelo, que establecen su magnitud de ajuste mediante la utilización de un modelo del tramo de regulación regulado por ellos. Los reguladores basados en modelo pueden estar configurados por ejemplo también como reguladores predictivos por modelo, que se conocen normalmente como tales (véase por ejemplo el artículo técnico “Regulación predictiva basada en modelo en la práctica industrial” de Rainer Dittmar y Bernd-Markus Pfeiffer, publicado en Automatisierungstechnik, tomo 54 (2006), cuaderno 12, páginas 590 – 601). Si para una parte de instalación no es posible, respectivamente no es conveniente, un modelado físico (por ejemplo la complejidad para ello necesaria es excesivamente elevada), se usan en el estado de la técnica sistemas de “Advanced Process Control”, que presentan la forma de reguladores predictivos por modelo (inglés: MPC = model predictive control) y que se basan en modelos de proceso dinámicos determinados por completo empíricamente. La identificación de estos modelos se realiza normalmente fuera de línea o en una fase de calibración, pero no durante el funcionamiento en marcha. Sin embargo, también se conocen procedimientos de identificación en línea.

Al menos la parte de secado ampliada de la máquina papelera se controla mediante el sistema de nivel 2, en donde “se controla” se utiliza aquí en el marco de la presente invención en el sentido general de “control”. También debe quedar abierto si se ha materializado un control en sentido estricto o una regulación. También tiene una importancia secundaria la configuración de los reguladores en cascada en el marco de la presente invención. Puede tratarse por ejemplo de reguladores sencillos o de reguladores en cascada. También es posible una configuración como sistema de control distribuido (DCS = distributed control system).

El sistema de nivel 2 conforme a la invención puede utilizarse de este modo tanto para cálculos fuera de línea “¿qué pasaría si?” o también estar conectados en línea y prefijar valores nominales para elementos de ajuste relevantes, en intervalos de tiempo regulares (por ejemplo cada 30 segundos), por ejemplo para el sistema DCS/QCS (QCS = quality control system).

En función de la forma de la configuración puede conseguirse una combinación de al menos dos de las metas siguientes:

- disminución del consumo de energía específico,
- aumento del rendimiento
- aumento de los tiempos de producción, respectivamente del volumen de producción,
- aceleración de cambios de tipo así como de la puesta en marcha después de paradas o pausas,
- mejor resumen de instalación,
- diagnóstico del estado de la instalación con edición de avisos,
- análisis del modo de marcha de la instalación con indicación de límites de la instalación y/o avisos.

A continuación se describe y explica con más detalle la invención, con base en los ejemplos de ejecución representados en las figuras. Aquí muestran:

la figura 1 una representación esquemática de las partes de instalación modeladas de una máquina papelera,

la figura 2 una representación diagramática del procedimiento conforme a la invención.

La figura 1 muestra una representación esquemática de una máquina papelera 1, en donde la representación está limitada las partes de instalación fundamentales para la invención. Estas son por un lado la parte de secado 2 con parte de pre-secado 3, parte de post-secado 4 y prensa encoladora 5, en donde también se modela con ello la influencia de la prensa húmeda 6 sobre el secado de la banda de papel 13. Aparte de esto a la parte de secado 2 pertenece un sistema de recuperación de calor 7 y un sistema de vapor y agua condensada 8. Todas las partes de instalación pueden presentar varios sensores 9 para recoger los valores de medición más diferentes (entre otros para los parámetros calculados en el procedimiento conforme a la invención), en donde en la figura sólo se ha representado un sensor 9 en el sistema de recuperación de calor 7. Los sensores 9 envían los valores de medición a un control 14 de la máquina papelera 1, que presenta medios 12 adecuados – como por ejemplo medios de introducción y extracción, memoria de trabajo, procesador, etc. – para llevar a cabo el procedimiento conforme a la invención. Las partes de instalación pueden presentar también elementos de ajuste 10, que pueden activarse ya sea directamente o a través de una instalación reguladora 11 desde el control 14. Con ello la forma exacta de la configuración de las instalaciones reguladoras 11 – por ejemplo como regulador predictivo por modelo – no es importante para el aprendizaje de la invención. También pueden entregarse los valores nominales a prefijar por el control 14 para los elementos de ajuste 10, por ejemplo en intervalos de tiempo regulares (por ejemplo cada 30 segundos), a un DCS/QCS (“Distributed Control System / Quality Control System”).

La parte de pre-secado 3 y la parte de post-secado 4 presentan normalmente varios grupos de secado (los cilindros de secado de un grupo de vapor o secado tienen la misma presión de vapor), para los que ventajosamente se calcula en cada caso individualmente un balance de masa y energía. Debido a que también es ventajoso, aparte de los balances de masa y energía calculados, recoger además otras magnitudes en la representación de los resultados, es conveniente por motivos de un mejor entendimiento no indicar todos los resultados en una representación, sino ofrecer a un usuario varias vistas en las que en cada caso sólo esté representado una vista fragmentaria. Con ello varias vistas pueden referirse también a la misma parte de instalación, en donde por ejemplo en el caso de una representación de parte de pre-secado 3, prensa encoladora 5 y parte de post-secado 4 una vista puede referirse a resultados (y dado el caso magnitudes adicionales) que afecten a la banda de papel 13, una al aire de tolva y otra al encolado.

La figura 2 aclara en un diagrama el modo de funcionamiento básico del procedimiento conforme a la invención. Con ello afluyen para el secado de una banda de papel parámetros 15 relevantes en un modelo 17 de la parte de secado de una máquina papelera. El modelo 17 tiene en cuenta las influencias específicas de la máquina papelera de los parámetros 15 y calcula para los parámetros 15 los valores 16, así como para las diferentes partes de instalación, en cada caso al menos un balance de masa y energía 20, así como de aquí después el consumo de energía 21 específico.

Mediante un algoritmo de optimización 18 pueden calcularse – partiendo por ejemplo de los valores calculados 16 – también valores nominales 19 que después son entregados por ejemplo por el control 14 a una instalación reguladora 11 asociada al valor nominal respectivo (respectivamente al parámetro correspondiente), véase la figura 1. La representación de los resultados 20, 21 puede realizarse después – como ya se ha ilustrado anteriormente en profundidad – tabular o gráficamente.

En resumen la invención se refiere a un procedimiento y a un control apoyado por modelo para el control de al menos una parte de una máquina papelera, una máquina papelera con un control de este tipo, un programa informático para llevar a cabo el procedimiento conforme a la invención así como un producto de programa informático, en el que está archivado el programa informático conforme a la invención. Para hacer posible un modo de marcha mejorado, respectivamente optimizado, de una “parte de secado ampliada” de una máquina papelera – compuesta por la “verdadera” parte de secado, dividida dado el caso en parte de pre-secado y parte de post-secado con prensa encoladora situada entremedio, un sistema de vapor y agua condensada, un sistema de aire de salida-recuperación de calor, un prensa húmeda y las aguas blancas, se propone un modelo que comprende las citadas partes de instalación, mediante el cual se calculan, con base en valores para los parámetros relevantes para el secado, balances de masa y energía para las partes de instalación así como el consumo de energía específico en la parte de secado.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para controlar al menos una parte de una máquina papelera (1), que contiene un modelo en línea de los conjuntos de la instalación

- 5
 - parte de secado (2), dado el caso dividida en parte de pre-secado (3) y parte de post-secado (4) con prensa encoladora (5) situada entremedio,
 - sistema de recuperación de calor (7),
 - sistema de vapor y agua condensada (8),
 - así como opcionalmente además el conjunto de instalación prensa húmeda (6),
- 10
 - así como opcionalmente además el conjunto de instalación regulación de la temperatura de las aguas blancas, en donde
 - en el modelo en línea se distingue entre las cuatro corrientes de material
 - papel húmedo,
 - aire húmedo,
 - mezcla de vapor y agua condensada de agua muy pura,
- 15
 - agua de proceso con diferentes contenidos de glicol,
 - en el modelo en línea se calcula un balance de masa y energía (20) para todas las corrientes de material en
 - la parte de secado (2),
 - el sistema de recuperación de calor (7) y
 - el sistema de vapor y agua condensada (8),
- 20
 - a partir de los balances de masa y energía (20) se calcula el consumo de energía (21) específico y
 - se llevan a un indicador los balances de masa y energía (20) y/o el consumo de energía (21) específico.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde

- se calculan valores (16) para la corriente de material "papel húmedo" sobre los parámetros (15)
 - temperatura,
- 25
 - corriente másica,
 - humedad absoluta,
 - humedad relativa;
 - para la corriente de material "aire húmedo" sobre los parámetros (15)
 - temperatura,
- 30
 - corriente volumétrica,
 - corriente másica,
 - corriente de energía,
 - humedad absoluta,
 - humedad relativa,
- 35
 - punto de rocío;
 - para la corriente de producto "vapor y agua condensada" sobre los parámetros (15)
 - temperatura,

- presión,
 - porcentaje de vapor,
 - corriente másica,
 - corriente de energía;
- 5 - para la corriente de producto “agua de proceso” sobre los parámetros (15)
- temperatura,
 - corriente másica,
 - corriente de energía.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en donde
- 10 - se asocia un valor de cálculo, al menos de un parámetro (15) en el modelo en línea, al valor de medición de un sensor (9) correspondiente y
- el modelo en línea se adapta mediante comparación entre valor de cálculo y valor de medición.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde
- se modelan influencias específicas de la máquina papelera de al menos uno de los parámetros (15)
- 15 • temperatura y humedad de un aire de entrada de proceso,
- temperatura y humedad de un aire de salida de proceso,
- temperatura de las aguas blancas,
- velocidad de la máquina,
- presiones de vapor en grupos de vapor principales y
- 20 • presiones diferenciales en grupos de vapor secundarios
- sobre el secado de una banda de papel (13), y se calculan valores nominales (19)
- para al menos uno de estos parámetros (15).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde se conserva el valor (16) de al menos un parámetro (15), y para los parámetros (15) cuyos valores (16) no se conservan se determinan valores nominales (19) mediante un algoritmo de optimización (18), en especial para optimizar una media ponderada entre consumo de energía (21) específico y rendimiento.
- 25 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde se prefija al menos para uno de los parámetros (15) un margen de valores, dentro del cual se conserva sucesivamente un número prefijable de valores (16), y en donde se determina para los parámetros (15) cuyos valores (16) no se conservan, para cada uno de los valores (16) dentro del margen de valores en cada caso valores nominales (19), mediante un algoritmo (18) para optimizar una media ponderada entre consumo de energía (21) específico y rendimiento.
- 30 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 – 6, en donde se calculan los valores nominales en intervalos de tiempo regulares o cuando lo solicite un conductor de instalación.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 – 7, en donde se prefija automáticamente al menos un valor nominal (19) para un elemento de ajuste (10) asociado al parámetro (15) correspondiente o a una instalación reguladora (11) asociada de un DCS (“Distributed Control System”) de la máquina papelera (1).
- 35 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 – 8, en donde se calcula un desarrollo en el tiempo de al menos un valor nominal (19), con ayuda de un algoritmo de optimización predictivo por modelo.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 – 9, en donde límites de instalación, respectivamente valores límite de parámetros,
- 40 - se generan a partir de magnitudes calculadas, respectivamente derivadas del modelo en línea, y/o
- están predeterminados fijamente y/o

- son prefijados por el conductor de instalación

y estos límites de instalación, respectivamente valores límite de parámetros, se tienen en cuenta para el cálculo de un valor nominal (19).

- 5 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos un sensor (9) correspondiente a un parámetro (15) mide el valor del parámetro y en donde, en el caso de una desviación del valor de medición respecto al valor de cálculo (16) del parámetro (15), se emite una señal de aviso.
12. Control (14) apoyado por modelo para controlar al menos una parte de una máquina papelera (1), con medios (12) para llevar a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores.
13. Máquina papelera (1) con al menos un control (14) según la reivindicación 12.
- 10 14. Programa informático para llevar a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 – 11, en el caso de su desarrollo en un control (14) según la reivindicación 12.
15. Producto de programa informático, en el que está archivado un programa informático según la reivindicación 14.

FIG 1

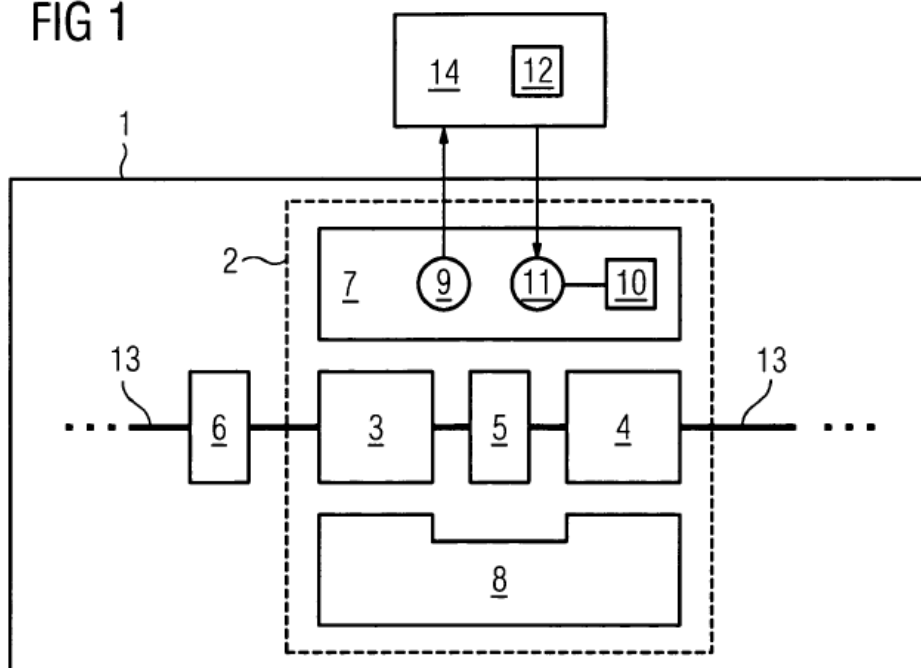


FIG 2

