

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 759**

51 Int. Cl.:

**D21C 3/22** (2006.01)

**D21C 7/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2011 PCT/SE2011/051534**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2012 WO12087228**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2011 E 11851854 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 2655731**

54 Título: **Un método para controlar un proceso de fabricación de pasta de una manera predictiva**

30 Prioridad:

**22.12.2010 SE 1051361**

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

**12.11.2019**

73 Titular/es:

**STORA ENSO OYJ (100.0%)**

**Kanavaranta 1**

**00101 Helsinki, FI**

72 Inventor/es:

**NÄSMAN, MATS;**

**HARINEN, MARKO;**

**TIMONEN, OLLI y**

**RUOHONIEMI, KIMMO**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 730 759 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**

Un método para controlar un proceso de fabricación de pasta de una manera predictiva

5 Campo técnico

La invención se refiere a un método para controlar un proceso de fabricación de pasta en el que las virutas de madera se transportan a un recipiente de impregnación o a una lejiadora donde dichas virutas de madera se tratan con un licor que comprende productos químicos.

10

Antecedentes

En un proceso de fabricación de pasta química, las virutas de madera se tratan con productos químicos en una lejiadora a presión y temperatura mejoradas para disolver la lignina que une las fibras entre sí. El proceso de fabricación de pasta predominante en la actualidad es el proceso Kraft, en el que las virutas de madera se tratan con una mezcla de hidróxido de sodio y sulfuro de sodio, conocido como licor blanco.

15

La calidad de la pasta y el consumo de los productos químicos usados en el proceso de fabricación de pasta son altamente dependientes de la materia prima, es decir, las virutas de madera. El contenido de humedad y otras propiedades de las virutas pueden variar debido a, por ejemplo, las variaciones estacionales, diferentes disposiciones de la pila de virutas y las especies de madera usadas. La variación de las propiedades de la materia prima hace que sea difícil establecer una dosificación precisa de los productos químicos para la lejiadora. A menudo, se usan más productos químicos de los necesarios, lo que es perjudicial tanto desde el punto de vista económico como el ambiental.

20

25

Un sistema para controlar una lejiadora continua se desvela adicionalmente en el documento CA919289.

El documento WO9420671 desvela un método para controlar un proceso de fabricación de la pasta midiendo la densidad aparente de las virutas suministradas al proceso.

30

El documento US2006278353 desvela un método para controlar la variación en la composición de las especies de madera usando las propiedades relacionadas con la densidad y la reflexión de la luz como entrada en un modelo que caracteriza una relación entre dichas propiedades de las virutas de madera y la información sobre las especies.

35

En los procesos de fabricación de pasta química convencionales, el proceso se controla sobre la base de la información obtenida a partir de las mediciones de las propiedades de la pasta o del contenido de álcali residual en licor de cocción gastado, es decir, el proceso se controla de una manera retroalimentada. Un enfoque de este tipo no cumple con las variaciones a corto plazo o repentinas de las propiedades de las virutas. En la técnica, existen sistemas de medición comerciales disponibles para medir las propiedades de la materia prima. Sin embargo, estos métodos de la técnica anterior implican, en general, altos costes de inversión, requieren mucho tiempo para el análisis y/o no son lo suficientemente precisos y, por lo tanto, no se usan normalmente para controlar el proceso.

40

Por lo tanto, sigue habiendo una necesidad de un control predictivo, en línea y simple del proceso de fabricación de pasta.

45

Sumario de la invención

Un objeto de la invención es proporcionar un método en línea y simple para controlar un proceso de fabricación de pasta. Esta, y otras ventajas, se logran con el método de acuerdo con la invención.

50

La invención desvela un método para controlar un proceso de fabricación de pasta en el que las virutas de madera se transportan a un recipiente de impregnación y/o a una lejiadora en los que dichas virutas de madera se tratan con un licor que comprende productos químicos. El método de la invención comprende las etapas de:

55

a. estimar el flujo másico de virutas de madera secas necesario en el recipiente de impregnación o en la lejiadora para lograr la producción de pasta deseada, flujo másico estimado que se logra dividiendo la producción de pasta deseada con un rendimiento de cocción estimado,

60

b. medir el flujo másico real de las virutas de madera húmedas transportadas al recipiente de impregnación o a la lejiadora mediante el uso de una escala de transportador de virutas, un escáner de flujo másico o un medidor de flujo de madera radiante,

c. calcular una relación entre el flujo másico real de las virutas de madera húmedas y el flujo másico estimado de las virutas de madera secas,

65

d. controlar el proceso de fabricación de pasta basándose en dicha relación calculada.

El método de acuerdo con la invención hace posible, por ejemplo, controlar el suministro de productos químicos, tales como el hidróxido de sodio y el sulfuro de sodio, al recipiente de impregnación o a la lejiadora, la relación de licor y madera y/o la temperatura de fabricación de pasta en línea, de una manera predictiva. Se ha demostrado que al controlar el proceso de fabricación de pasta de acuerdo con la invención, se mejora la estabilidad del proceso y se logra una reducción en la variación del número kappa y la calidad de la pasta. El método es simple y no requiere grandes costes de inversión. Además, se usa la estimación en a) para calcular los parámetros del proceso preestablecidos. La relación se usa, a continuación, para ajustar los parámetros del proceso. Por lo tanto, primero se crea un punto de ajuste que más tarde se usa en la regulación del proceso.

#### Descripción detallada de la invención

La invención se refiere a un método para controlar un proceso de fabricación de pasta en el que las virutas de madera se tratan con productos químicos en un recipiente de impregnación y/o en una lejiadora. La expresión "recipiente de impregnación" como se usa en el presente documento puede ser cualquier tipo de recipiente, tubería o similares adecuado para el procesamiento de las virutas de madera. El proceso de fabricación de pasta puede ser, por ejemplo, un proceso de fabricación de pasta kraft, un proceso de fabricación de pasta con sulfito o un proceso de fabricación de pasta mecánico termoquímico. El proceso de fabricación de pasta puede ser un proceso por lotes o continuo. El proceso puede ser, por ejemplo, un proceso de fabricación de pasta Kraft continuo, en el que las virutas de madera se tratan con una mezcla de hidróxido de sodio y sulfuro de sodio a temperatura y presión elevadas.

De acuerdo con el método de la invención, se calcula una relación entre el flujo másico real de virutas de madera húmedas y frescas transportado al recipiente de impregnación o a la lejiadora y un flujo másico estimado de virutas de madera secas en el recipiente de impregnación o en la lejiadora necesario para lograr una producción de pasta preestablecida deseada. Dicha relación, a la que se hace referencia a continuación como indicador de material de madera (WMI), puede usarse, por ejemplo, para controlar la cantidad de productos químicos, tal como el hidróxido de sodio y el sulfuro de sodio, suministrados al recipiente de impregnación o a la lejiadora y/o para controlar la relación de licor y madera en la lejiadora y/o para controlar la temperatura de fabricación de pasta. El WMI puede calcularse de acuerdo con ecuación. 1.

$$WMI = \frac{\text{Flujo másico real de virutas húmedas [kg/s]}}{\text{Flujo másico estimado de virutas secas [kg/s]}} \quad (\text{Ecu. 1})$$

Como alternativa, la WMI puede calcularse dividiendo el flujo másico estimado de virutas de madera secas con el flujo másico real de virutas de madera húmedas.

Un flujo másico estimado de virutas de madera secas puede calcularse dividiendo la producción de pasta deseada con el rendimiento de cocción de acuerdo con la ecuación 2.

$$\text{Flujo másico seco estimado [kg/s]} = \frac{\text{Producción de pasta}}{\text{Rendimiento de cocción}} \times 100 \quad (\text{Ecu. 2})$$

La producción de la pasta es un valor objetivo preestablecido. La producción de pasta en la ecuación anterior se expresa en peso seco de hueso [kg/s], es decir, el peso de pasta seca al 100 %. El rendimiento de cocción es un valor estimado del rendimiento de cocción para las especies de madera que se están procesando para fabricar pasta. El rendimiento de cocción estimado para fabricar pasta kraft de madera blanda es, por ejemplo, del 46 %.

El flujo másico de virutas de madera húmedas transportado al recipiente de impregnación o a la lejiadora se mide usando una escala de transportador de virutas (preferida), un escáner de flujo másico (mediante el uso de rayos X) o un medidor de flujo de madera radiante. El flujo másico medido de la madera húmeda varía en función del contenido de humedad de la materia prima y de otras propiedades, tal como la densidad, de la materia prima.

El indicador de material de madera (WMI) puede usarse para controlar de manera continua el proceso de fabricación de pasta. Esto puede lograrse, por ejemplo, regulando la carga química en el recipiente de impregnación o en la lejiadora y/o la relación de licor y madera y/o la temperatura de la pasta. La dosis de álcali de cocción puede regularse de manera continua basándose en el valor de WMI. La relación de licor y madera puede regularse basándose en la WMI ajustando la circulación interna del licor de cocción gastado o el licor de lavado en la lejiadora.

Cuando la variación en la densidad de la materia prima es mayor que el indicador de material de madera puede usarse en combinación con el análisis frecuente del contenido seco de las virutas transportadas a la lejiadora como

se refleja en el tercer aspecto de la presente invención.

De tal manera la posible variación de la humedad y la densidad de la materia prima se separan una de otra y esto mejorará adicionalmente la precisión del control del proceso si la variación en el flujo másico está dominada por la variación de densidad de la materia prima. Esto se decide caso por caso sobre las condiciones del molino y la materia prima usada.

El flujo másico seco estimado se calcula por la ecuación 2. La producción en un sistema de lejiadora continua se controla normalmente mediante una medición volumétrica tal como un tornillo de alimentación de virutas o un medidor de virutas. Basándose en el volumen de alimentación conocido por revolución, en el grado de llenado y en la densidad de viruta estimada, el dispositivo de alimentación de virutas rotará con cierta velocidad con el fin de mantener la producción objetivo (flujo másico seco estimado). Al usar el flujo de viruta húmeda medido en el transportador de virutas al sistema de lejiadora en combinación con un contenido seco de virutas analizado y el volumen conocido (dado por la velocidad de rotación del dispositivo de medición de virutas) de virutas alimentadas al sistema de lejiadora, es posible calcular la densidad de viruta húmeda medida:

$$\text{Densidad de viruta húmeda} = \text{WCF} / (\text{V} \times \text{FD} \times \text{rpm})$$

Donde

WCF = flujo másico de viruta húmeda (kg/min)

V = volumen alimentado por revolución (m<sup>3</sup>)

FD = grado de llenado

rpm = velocidad de rotación del dispositivo de medición de virutas (rpm)

La densidad seca medida se calcula a continuación a partir de:

$$\text{Densidad seca medida} = \text{densidad de viruta húmeda} \times \text{contenido seco.}$$

En este caso la WMI se define como

$$\text{WMI} = \text{densidad seca medida} / \text{densidad seca estimada}$$

La WMI, como se describe por la relación anterior, puede usarse a continuación en el control de procesos. La densidad seca estimada depende de qué materia prima se use.

Además el método de acuerdo con la invención se usa en un bucle (manera) predictivo de alimentación, teniendo en cuenta lo que se introduce en el sistema (se combina la variación tanto de la materia seca como de la humedad; en las condiciones nórdicas donde la variación de la densidad aparente de las virutas es muy baja, esto ha funcionado bien). La respuesta a los cambios es relativamente más rápida.

A continuación, la invención se describirá con más detalle por medio de un ejemplo haciendo referencia a los dibujos.

Descripción de los dibujos.

La figura 1 muestra una vista esquemática del flujo de materia prima de madera desde una pila de virutas a un recipiente de impregnación o a una lejiadora. El flujo másico total se mide preferentemente usando una escala de transportador de virutas. La materia prima de las virutas de madera frescas y húmedas se transporta en un transportador de virutas (1) hasta un silo de virutas (2). El material se transporta adicionalmente desde el silo de virutas (2) a un recipiente de impregnación o a una lejiadora usando un tornillo de alimentación de virutas (3). La rotación de tornillo del tornillo de alimentación de virutas (3) se controla basándose en el flujo másico seco estimado calculado, es decir, depende del valor establecido de la producción de pasta. De acuerdo con un ejemplo de la invención, una escala de transportador de virutas (4), dispuesta debajo del transportador de virutas (1), mide continuamente el flujo real de virutas húmedas y frescas. Ya que la masa de las virutas en el silo se mantiene sustancialmente constante, la medición del flujo en el transportador de virutas proporciona un valor preciso del flujo real de virutas húmedas y frescas en el recipiente de impregnación o en la lejiadora. El valor de flujo fresco medido se transmite a una unidad de control (5) de un sistema de control, (5) mostrado esquemáticamente en la figura 3. El flujo de madera seca estimado también se introduce en la unidad de control (5). En el sistema de control, se calcula y se usa una relación entre dichos flujos (WMI) para regular, por ejemplo, el valor establecido para la carga de álcali en el recipiente de impregnación o en la lejiadora y la relación de líquido y madera. Preferentemente, el proceso se controla adicionalmente sobre la base de un flujo calculado teóricamente de virutas de madera en el recipiente de impregnación o en la lejiadora, es decir, de acuerdo con la

forma tradicional de controlar un proceso de fabricación de pasta. Por lo tanto, la WMI se usa preferentemente para regular un cierto porcentaje por encima del control tradicional del proceso. De este modo, también se introduce en el sistema un valor de ajuste calculado teóricamente (punto de ajuste).

5 La figura 2 muestra un ejemplo de cómo puede determinarse la WMI de acuerdo con lo establecido anteriormente.

10 La figura 3 muestra un sistema de control de acuerdo con la invención. El sistema de control puede comprender uno o varios subsistemas de control para regular la carga de álcali, la temperatura de cocción y/o la relación de licor y madera a largo plazo, por ejemplo, 24 horas, y/o a corto plazo, por ejemplo, 2 horas, las variaciones de la WMI. En el sistema de control (5) mostrado en la figura 3, la regulación está separada en dos circuitos; uno para la variación a largo plazo y otro para la variación a corto plazo de la WMI. El sistema (5) puede comprender además unas unidades de control (6, 7) donde pueden introducirse otras variables (v1, v2,... Vn) o valores preestablecidos para controlar el proceso, tal como los límites superior e inferior de la carga de álcali, los valores actuales de la relación licor y madera, la temperatura de cocción (factor H) y la carga de álcali, etc.

15 La figura 4 muestra más esquemáticamente cómo puede usarse la WMI de acuerdo con la presente invención para controlar la dosificación de álcali, que es solo un ejemplo de un parámetro que puede controlarse usando la WMI de acuerdo con la presente invención.

20 La figura 5 muestra el control de WMI en acción (compárese con el siguiente ejemplo).

**Ejemplo**

25 Un ensayo se realizó en el molino Oulu durante 4 días donde se demostró que el control de WMI reduce la variación kappa. La WMI parece que puede usarse y ser suficientemente precisa como un sensor suave para reducir los efectos de las variaciones de la materia prima. Los resultados se proporcionan a continuación en la Tabla 1.

30 Tabla 1. Resultados del ensayo de Oulu de 4 días. Cada caso es un período de 4d en ejecución. La materia prima era madera blanda de origen escandinavo (t/d = toneladas/día). Véase también la figura 5 que refleja el ejemplo. Compárese también con la figura 2.

Medición	Unidad	Sin control de WMI				Con control de WMI			
		Promedio	Desviación	Máximo	Mínimo	Promedio	Desviación	Máximo	Mínimo
Relación de álcali y madera	%	19,1	0,10	19,2	19,0	19,0	0,05	19,2	18,8
Extracción de álcali residual [g/l] (promedio 2h)	g/l	6,1	0,27	6,8	5,4	5,8	0,21	6,6	5,2
Valor de WMI como % de DC en madera (promedio 2h)	%	47,7	0,47	48,7	46,9	48,0	0,41	49,0	47,3
Valor kappa de soplado en línea del analizador	°C	27,1	1,27	31,5	24,4	26,7	0,74	28,8	25,0
Temperatura de cocción		167,6	0,53	168,6	166,0	169,0	0,72	171,0	167,0
Producción de cocción	t/d	1123	6,98	1127	1099	1150	0,16	1150	1149

Los beneficios se proporcionan a continuación en la Tabla 2.

35

Tabla 2. Los beneficios del ensayo Oulu de 4 días.	
<b>Beneficios de usar el control de indicador de material de madera (WMI)</b>	
Cambio en la variación de álcali residual (extracción de licor negro)	-22,1 %
Cambio en la variación kappa (después del soplado de la lejiadora)	- 41,7 %

Anteriormente, se han descrito diversas realizaciones de la presente invención, pero un experto en la materia puede realizar otras alteraciones menores, que caerían en el alcance de la presente invención. La amplitud y el alcance de

5 la presente invención no deberían estar limitados por ninguna de las realizaciones a modo de ejemplo descritas anteriormente, sino que deberían definirse solo de acuerdo con las siguientes reivindicaciones y sus equivalentes. Otros aspectos, ventajas y modificaciones dentro del alcance de la invención serán evidentes para los expertos en la materia a la que pertenece la invención. Por lo tanto, la invención pretende cubrir las diversas modificaciones y los métodos equivalentes incluidos dentro del espíritu y el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

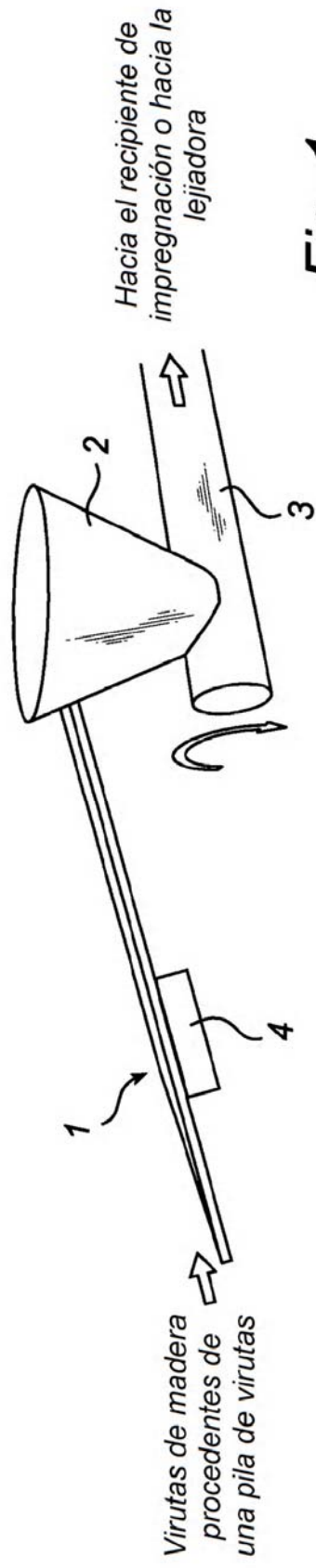
Cualquier ilustración y descripción en los dibujos y en la anterior descripción han de considerarse como a modo de ejemplo y no restrictivas.

10 El uso de la expresión "que comprende" en las reivindicaciones no excluye otros elementos o etapas, y el uso del artículo "un" o "una" no excluye una pluralidad. La aparición de características en diferentes reivindicaciones dependientes no excluye per se una combinación de estas características. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones es para aumentar la inteligibilidad y no debe interpretarse como limitante del alcance de las reivindicaciones.

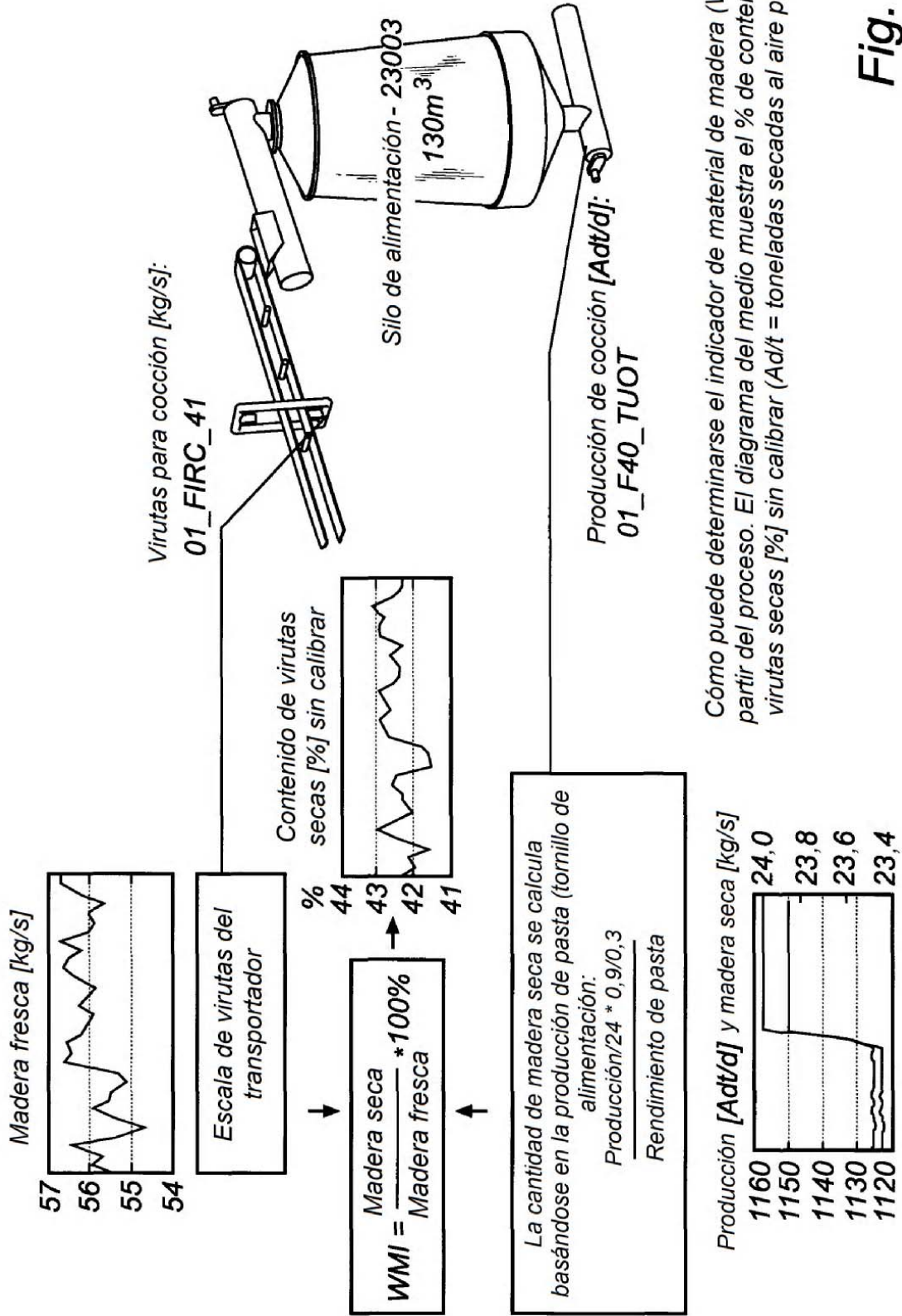
15

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método para controlar un proceso de fabricación de pasta en el que las virutas de madera se transportan a un recipiente de impregnación y/o a una lejiadora donde dichas virutas de madera se tratan con un licor que contiene productos químicos, comprendiendo el método las etapas de:
- 10 a. estimar el flujo másico de virutas de madera secas necesario en el recipiente de impregnación o en la lejiadora para lograr la producción de pasta deseada, flujo másico estimado que se logra dividiendo la producción de pasta deseada con un rendimiento de cocción estimado,
- 10 b. medir el flujo másico real de las virutas de madera húmedas transportadas al recipiente de impregnación o a la lejiadora mediante el uso de una escala de transportador de virutas, un escáner de flujo másico o un medidor de flujo de madera radiante,
- 15 c. calcular una relación entre el flujo másico real de las virutas de madera húmedas y el flujo másico estimado de las virutas de madera secas,
- 15 d. controlar el proceso de fabricación de pasta basándose en dicha relación calculada.
- 20 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa (d) de controlar el proceso de fabricación de pasta comprende controlar los productos químicos suministrados al recipiente de impregnación y/o a la lejiadora basándose en dicha relación calculada.
- 25 3. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 2, en el que la etapa (d) de controlar el proceso de fabricación de pasta comprende controlar la relación de licor y madera en la lejiadora basándose en dicha relación calculada.
- 25 4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en el que la etapa (d) de controlar el proceso de fabricación de pasta comprende controlar la temperatura de fabricación de pasta basándose en dicha relación calculada.







Cómo puede determinarse el indicador de material de madera (WMI) a partir del proceso. El diagrama del medio muestra el % de contenido de virutas secas [%] sin calibrar (Ad/t = toneladas secadas al aire por día)

Fig. 2

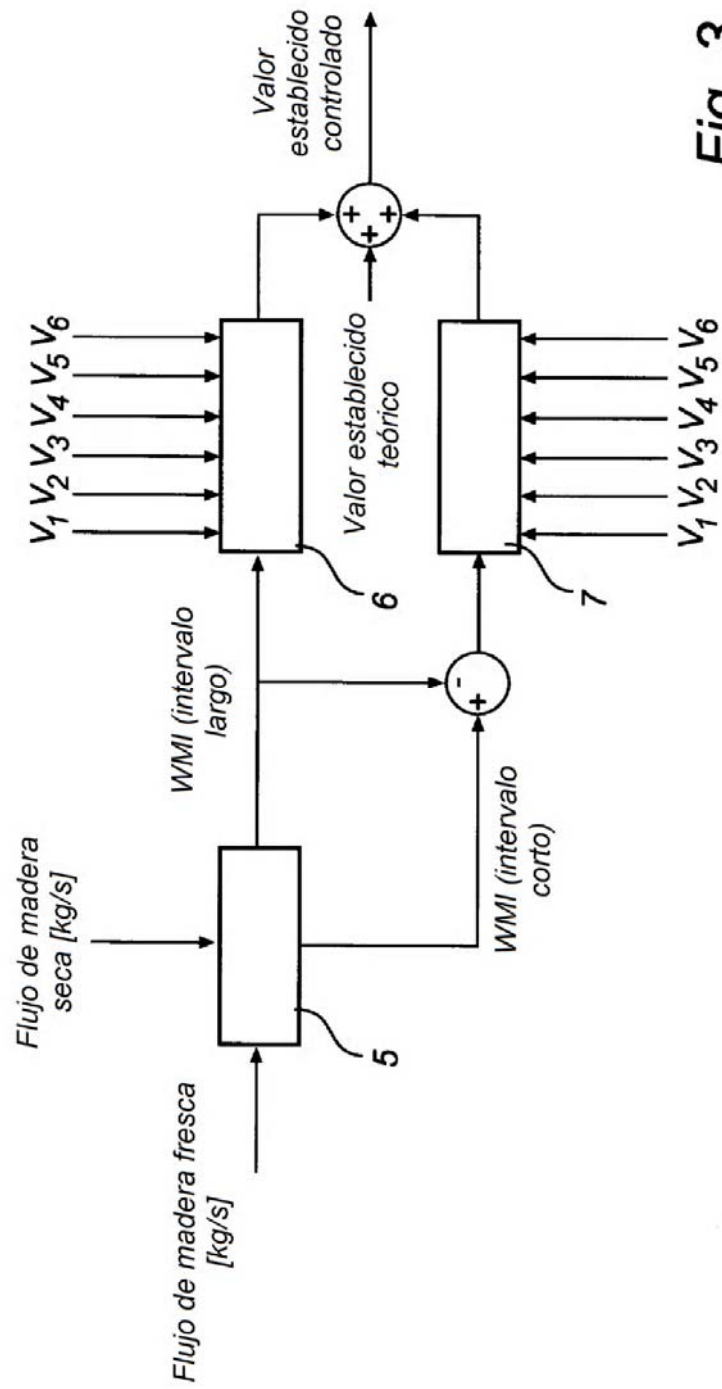
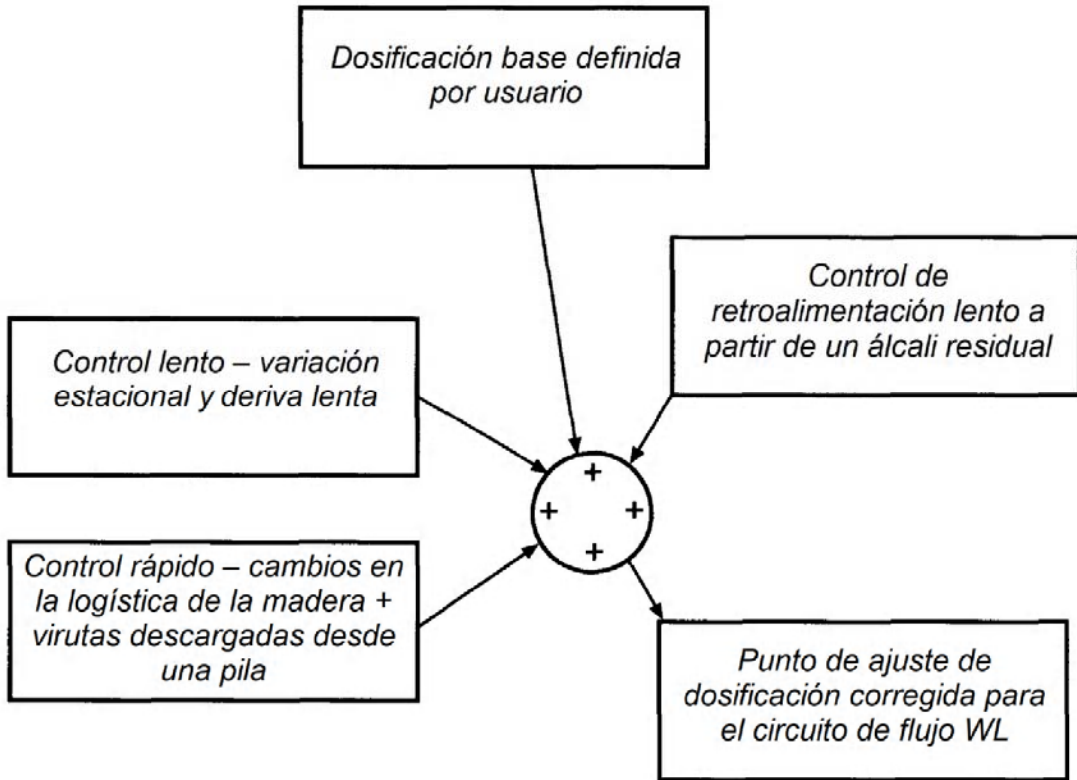
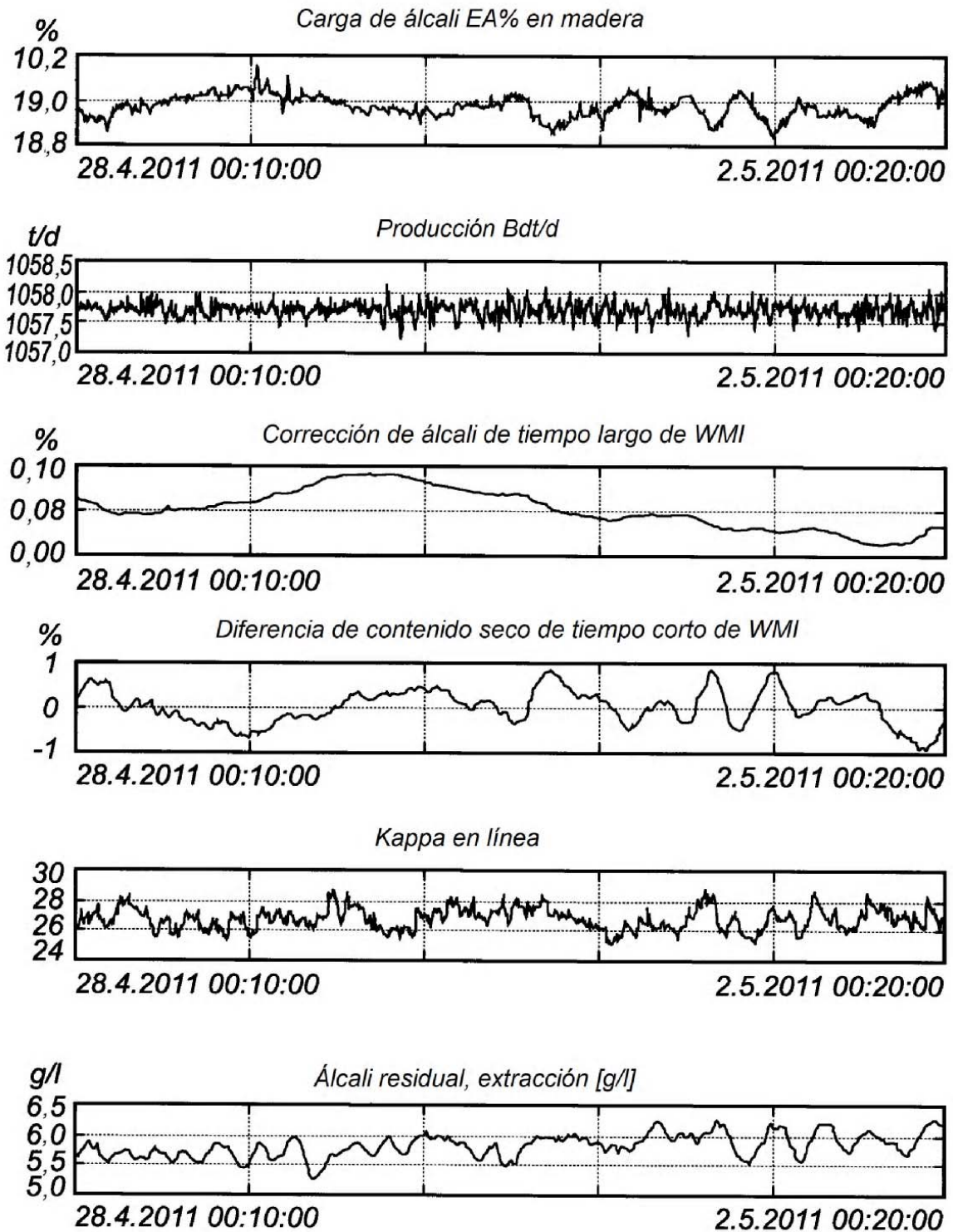


Fig. 3

*Cómo se usa la WMI para controlar la dosificación de álcali*



**Fig. 4**



Control de WMI en acción.

**Fig. 5**