

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 490**

51 Int. Cl.:

**D21C 1/06** (2006.01)

**D21C 3/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2010 E 10773393 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.10.2014 EP 2567023**

54 Título: **Procedimiento y sistema de producción de pasta papelera soluble con alto contenido en celulosa alfa**

30 Prioridad:

**04.05.2010 RU 2010118498**  
**06.05.2010 KR 20100042681**  
**27.05.2010 US 789307**

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

**23.12.2014**

73 Titular/es:

**BAHIA SPECIALTY CELLULOSE SA (100.0%)**  
**Rua Alfa 1033 AIN-Complexo Industrial Camaçari**  
**42810-290 Camaçari, Bahia, BR**

72 Inventor/es:

**LEITE, MARCELO, MOREIRA**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 525 490 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

Procedimiento y sistema de producción de pasta papelera soluble con alto contenido en celulosa alfa

**Antecedentes de la invención****1) Campo de la invención**

- 5 El campo de la invención se refiere, en general, al procesamiento de pasta papelera y, más específicamente, a un procedimiento y sistema mejorados para tratar efluentes desde la extracción cáustica en frío en conexión con un procedimiento de pasteado químico kraft.

**2) Antecedentes**

- 10 La pasta de madera y materiales vegetales tiene un gran número de usos comerciales. Aunque uno de los usos más comunes reside en la fabricación de papel, la pasta papelera también puede usarse para producir un número de productos diferentes, incluyendo rayón y otros materiales sintéticos, así como acetato de celulosa y ésteres de celulosa, que se usan, por ejemplo, en la fabricación de estopa de filtro, telas, películas de embalaje y explosivos.

- 15 Existe un número de procedimientos químicos y mecánicos para procesar madera y materiales vegetales a fin de fabricar pasta papelera y papel. Los pasos de procesamiento básicos incluyen preparar el material en bruto (p. ej., descortezado y astillado), separar las fibras de madera mediante medios mecánicos o químicos (p. ej. trituración, refinado o cocción) para separar la lignina y extractos de la celulosa de las fibras de madera, eliminar los agentes colorantes mediante blanqueo, y formar papel u otros productos a partir de la pasta papelera procesada resultante. Además de y en conexión con la fabricación de pasta papelera y papel, las papeleras típicamente también tienen instalaciones para producir y recuperar agentes químicos, recoger y procesar subproductos para producir energía, y eliminar y tratar los residuos para minimizar el impacto medioambiental.

- 20 "Pasteado" en general se refiere al procedimiento para conseguir la separación de fibras. La madera y otros materiales vegetales comprenden celulosa, hemicelulosa, lignina y otros componentes minoritarios. La lignina es una red de polímeros intercalados entre fibras individuales y funciona como un adhesivo intercelular para unir las fibras de madera entre sí. Durante el procedimiento de pasteado, se fragmentan las macromoléculas de lignina, liberando de este modo las fibras celulósicas y disolviendo las impurezas que pueden causar la decoloración y la futura desintegración del papel o de otro producto final.

- 25 El procedimiento kraft es un procedimiento de pasteado comúnmente usado. El papel producido mediante el procedimiento de pasteado kraft puede usarse, por ejemplo, para hacer cartón para cajas blanqueado y cartón para revestidos usados en la industria de embalaje. Un procedimiento kraft convencional trata la madera con una mezcla acuosa de hidróxido de sodio y sulfuro de sodio, conocido como "licor blanco". El tratamiento rompe el enlace entre la lignina y celulosa, y degrada la mayoría de la lignina y una porción de las macromoléculas de hemicelulosa en fragmentos que son solubles en soluciones fuertemente básicas. Este procedimiento de liberación de lignina a partir de la celulosa circundante se conoce como deslignificación. La porción soluble es posteriormente separada de la pasta papelera de celulosa.

- 30 La Figura 1 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento kraft convencional **100**. El procedimiento **100** implica alimentar astillas de madera (u otros materiales en bruto que contienen pasta papelera orgánicos) **118** y soluciones alcalinas en un recipiente de reacción de alta presión denominado digestor para efectuar la deslignificación, en lo que se refiere como etapa de "cocción" **121**. Las astillas de madera se combinan con licores blancos **111**, que pueden generarse a partir de procedimientos corriente abajo o proporcionados por una fuente distinta. La deslignificación puede tardar varias horas y el grado de deslignificación se expresa por el "factor H" sin unidades, que, en general, se define tal que la cocción durante una hora a 100 °C es equivalente a una factor H de 1. Debido a la alta temperatura, el recipiente de reacción a menudo se presuriza a causa de la introducción de vapor. Hacia el final del paso de cocción, se reduce el recipiente de reacción a presión atmosférica, liberando de este modo vapor y volátiles.

- 35 El licor blanco usado en la cocción puede ser, por ejemplo, una solución cáustica que contiene hidróxido de sodio (NaOH) y sulfuro de sodio (Na<sub>2</sub>S). La propiedad del licor blanco a menudo se expresa como en términos de álcali efectivo (AE) y sulfidez. La concentración de álcali efectivo puede calcularse como el peso de hidróxido de sodio más la mitad del peso de sulfuro de azufre, y representa el peso equivalente de hidróxido de sodio por litro de licor, expresado en gramos por litro. La carga de álcali efectivo como hidróxido de sodio representa el peso equivalente de hidróxido de sodio por peso seco en horno de madera, expresado como porcentaje. La sulfidez es la proporción de la mitad del peso de sulfuro de sodio con respecto a la suma del peso de hidróxido de sodio y la mitad de peso del sulfuro de sodio, expresada como porcentaje.

- 40 Después de la cocción, se libera una pasta papelera celulósica sólida marrón, también conocida como "masa marrón", del digestor usado en la etapa de cocción **121**, y a continuación se criba y se lava en el procedimiento de lavado y cribado **122**. El cribado separa la pasta papelera de las briznas (haces de fibras de madera), nudos (astillas no cocidas), suciedad y otros restos. En ocasiones se hace referencia a los materiales separados de la pasta papelera como "la parte rechazada" y la pasta papelera como "la parte aceptada" A menudo se utilizan operaciones en cascada

de múltiples etapas para reducir la cantidad de fibras celulósicas en la corriente de la parte rechazada mientras se mantiene una alta pureza en la corriente de la parte aceptada. Puede conseguirse una recuperación de las fibras adicional a través de un refinador corriente abajo o reprocesando briznas y nudos en el digestor.

5 A continuación, la masa marrón puede someterse a varias etapas de lavado en series para separar de las fibras de celulosa los licores de cocción y los materiales disueltos consumidos. Tanto el licor de cocción consumido **112** del digestor empleado en la etapa de cocción **121** y el licor **113** recogido a partir del procedimiento de lavado y cribado **122** comúnmente hacen referencia a "licor negro" debido a su coloración. En general, el licor negro contiene fragmentos de lignina, carbohidratos de la celulosa fragmentada y compuestos inorgánicos. Además de licor blanco, puede usarse licor negro en el paso de cocción, como se ilustra, por ejemplo, en la Figura 1 mediante la flecha representando el licor negro **113** producido en el procedimiento de lavado y cribado **122** y transferida a la etapa de cocción **121**. El licor negro **135** de un tanque acumulador (no se muestra en la Figura 1) también puede alimentarse al digestor como parte de la etapa de cocción **121**, si es necesario alcanzar la concentración alcalina apropiada o para propósitos similares.

10 A continuación, la pasta papelera marrón limpia **131** del procedimiento de lavado y cribado **122** puede incorporarse con licor blanco **114** y alimentarse en un recipiente de reacción para separar adicionalmente las fibras celulósicas más largas de materiales disueltos tales como hemicelulosa y celulosa de bajo peso molecular. Un procedimiento de separación ejemplar es el llamado procedimiento de extracción cáustica en frío ("ECF"), y está representado por la etapa de reacción ECF **123** en la Figura 1. La temperatura a la que se efectúa la reacción puede variar, pero un intervalo típico es menor de 60 °C.

15 La pasta papelera purificada **132** del reactor usada en la etapa de reacción ECF **123** se separa, a continuación, de la solución cáustica fría consumida y la hemicelulosa disuelta, y se lava varias veces en una segunda unidad de lavado y separación en una etapa de lavado ECF **124**. La pasta papelera marrón purificada resultante **133** con un contenido en celulosa alfa relativamente alto, que todavía contiene algo de lignina, procede a una unidad de blanqueamiento corriente abajo para deslignificación adicional. En algunos procedimientos de producción de pasta papelera, el blanqueamiento se realiza antes de la etapa de reacción ECF **123** y la etapa de lavado ECF **124**.

20 En un número de aplicaciones, tales como la fabricación de materiales sintéticos o de productos farmacéuticos, se desea tener pasta papelera de una pureza o calidad muy altas. La calidad de la pasta papelera puede evaluarse mediante varios parámetros. Por ejemplo, el porcentaje del contenido en celulosa alfa expresa la pureza relativa de la pasta papelera procesada. El contenido en celulosa alfa puede estimarse y calcularse en función de la solubilidad de la pasta papelera (p. ej., los factores S10 y S18 descritos a continuación). El grado de deslignificación y degradación de celulosa se miden mediante el número kappa ("NK") y la viscosidad de la pasta papelera respectivamente. Una viscosidad de la pasta papelera más alta indica una longitud de la cadena de celulosa más larga y menor degradación. El estándar 236 om-99 de la Technical Association of Pulp and Paper Industry (Asociación Técnica de la Industria de Pasta y Papel) (TAPPI, por sus siglas en inglés) especifica un procedimiento estándar para determinar el número kappa de la pasta papelera. El número kappa es un indicador del contenido en lignina o blanqueabilidad de la pasta papelera. La solubilidad de la pasta papelera en un 18 % en peso de soluciones acuosas de hidróxido de sodio proporciona una estimación de la cantidad de hemicelulosa residual. La solubilidad de la pasta papelera en un 10 % en peso de solución acuosa de hidróxido de sodio ("S10") proporciona un indicador de las cantidades totales de elementos solubles en soluciones básicas, que incluyen la suma de celulosa degradada y hemicelulosa. Finalmente, la diferencia entre S10 y S18 indica la cantidad de celulosa fragmentada soluble en álcali.

25 Las técnicas convencionales pueden conseguir pasta papelera purificada con un contenido en celulosa alfa de entre 92 y 96 por ciento, aunque históricamente ha sido bastante difícil alcanzar purezas en el límite superior de este intervalo, particularmente mientras se mantienen otras propiedades requeridas de la pasta papelera, como viscosidad (es decir, degradación limitada de celulosa resultante del procedimiento de pasteado).

30 En un procedimiento convencional, el filtrado **116**, al que también se hace referencia como filtrado alcalino de ECF, de la etapa de lavado y separación ECF **124** comprende tanto la solución cáustica fría consumida como el licor de lavado consumido de la etapa de lavado y separación **124**. A menudo, este filtrado **116** contienen cantidades sustanciales de hemicelulosa de alto peso molecular. Cuando el filtrado con contenido en hemicelulosa de alto peso molecular se recicla para su uso como parte del licor de cocción en el digestor de la etapa de cocción **121**, la hemicelulosa puede precipitar a partir de la solución y depositar las fibras celulósicas. Esto puede impedir que se consiga pasta papelera de alta calidad. Por otro lado, ciertas aplicaciones, tales como hilo o tejidos sintéticos de calidad alta, materiales para pantallas de cristal líquido, productos hechos con derivados de acetato, productos viscosos (tales como cuerda para llantas y fibras especiales), segmentos de estopa de filtro usados en cigarrillos, y ciertas aplicaciones alimentarias y farmacéuticas, necesitan pastas papeleras que contengan una cantidad mínima de hemicelulosas redepositadas y un contenido en celulosa alfa alto.

35 Como se ilustra en la Figura 1, parte del filtrado alcalino de ECF **116** tiene que drenarse al área de recuperación **134** a fin de controlar el depósito de las hemicelulosas en la etapa de cocción **121**. El filtrado alcalino de ECF desviado **116** dirigido al área de recuperación **134** puede combinarse con el exceso de licor negro, concentrarse y entrar en combustión en una caldera de recuperación para agotar los compuestos orgánicos y recuperar las sales inorgánicas. A continuación, puede necesitarse una nueva fuente de álcali para sustituir el filtrado de ECF y licor negro dirigidos al área de recuperación **134** a fin de mantener el equilibrio de álcali en la etapa de recuperación **121**.

El procedimiento convencional no proporciona medios eficientes o rentables para conseguir celulosa con un contenido alfa adecuado que pueda necesitarse para una variedad de usos industriales, farmacéuticos y materiales, incluyendo los identificados anteriormente.

5 Existe una necesidad de un procedimiento y sistema de procesamiento de pasta papelera que dé como resultado una pasta papelera soluble con contenido en celulosa alfa muy alto. Adicionalmente existe la necesidad de un procedimiento y sistema de procesamiento de pasta papelera que proporcione una manera eficiente y rentable para preparar pasta papelera soluble con alto contenido en alfas mediante el impedimento del redépósito de hemicelulosa. El documento WO 2005/064075 se refiere a un procedimiento para preparar pasta papelera kraft en el que el material lignocelulósico se trata con licores de procesamiento reciclados, polisulfuro y licor blanco recién recaustizado para eliminar lignina del mismo. El tratamiento con polisulfuro estabiliza las hemicelulosas para hacerlas más resistentes al licor de cocción en las condiciones de cocción kraft, lo que conduce a un rendimiento más alto.

### Sumario de la invención

De acuerdo con la invención, se proporciona un procedimiento como se define en la reivindicación 1.

15 En un aspecto, un procedimiento y sistema para la fabricación de pasta papelera mejorados implica, entre otras cosas, enriquecer uno o más de licores negros y extracción cáustica en frío (ECF) del filtrado alcalino usado en la etapa de cocción con el licor blanco.

20 Un procedimiento y sistema para la fabricación de pasta papelera usado en conexión con un procedimiento kraft incluye una etapa de cocción que tiene las etapas de alimentar astillas de madera u otros materiales orgánicos que contienen pasta papelera en un digestor o recipiente de reacción similar realizando una secuencia de fases del procedimiento secuencial: prehidrólisis, neutralizar las astillas con un licor blanco más un filtrado alcalino de ECF opcionalmente enriquecido con licor blanco, llenar el digestor con licor negro caliente y/o un filtrado alcalino de ECF (cada uno o ambos enriquecidos con un licor blanco), y cocer durante una cantidad de tiempo efectiva para dar como resultado la deslignificación. Estas etapas pueden seguirse de desplazamiento en frío y descarga de pasta papelera.

25 Después de la etapa de cocción, las etapas adicionales pueden incluir tratar una masa marrón para producir pasta papelera seimipurificada, extraer la pasta papelera semipurificada con una solución cáustica para producir una pasta papelera purificada y una solución que contiene hemicelulosa, separar la solución que contiene hemicelulosa de la pasta papelera purificada, lavar la pasta papelera purificada y recoger un filtrado alcalino resultante de la misma, y utilizar una porción significativa del filtrado alcalino (opcionalmente concentrado mediante evaporación u otros medios) en el digestor. El procedimiento global puede ayudar a impedir el depósito de las hemicelulosas, mejorar la pureza de la pasta papelera soluble con alto contenido en celulosa alfa, e incrementar la eficiencia del sistema de fabricación de pasta papelera global.

30 También se describen realizaciones, alternativas y variaciones adicionales en el presente documento o se ilustran en las figuras adjuntas.

### Breve descripción de los dibujos

35 La FIG. 1 es un diagrama de flujo del procedimiento general de un procedimiento de pasteado kraft con prehidrólisis convencional usado en relación con la producción de pasta papelera, como generalmente se conoce en la técnica.

La FIG. 2 es un diagrama de un sistema y procedimiento relacionados convencionales para lavar y limpiar la pasta papelera en conexión con un procedimiento de extracción cáustica en frío.

40 La FIG. 3 es un diagrama de un sistema y procedimiento relacionados convencionales para una cocción como puede usarse en un procedimiento de pasteado kraft de prehidrólisis.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo del procedimiento general de un sistema y procedimiento relacionado para un procedimiento de producción de pasta papelera de acuerdo con una realización como se da a conocer en el presente documento.

45 La FIG. 5 es un diagrama de un sistema y procedimiento relacionado para una etapa de cocción usados en conexión con un procedimiento de producción de pasta papelera, de acuerdo con una realización como se da a conocer en el presente documento.

Las FIG. 6A y 6B son diagramas en sección transversal de un digestor que ilustra, entre otras cosas, niveles de licor y material típicos como se usa en un procedimiento de convención para la etapa de neutralización.

50 Las FIG. 7A, 7B y 7C son diagramas en sección transversal de un digestor que ilustra, entre otras cosas, mezclas y niveles de licor y material durante la etapa de neutralización de acuerdo con una realización como se da a conocer en el presente documento.

Las FIG. 8 y 9 son diagramas en sección transversal de un digestor que ilustra, entre otras cosas, mezclas y niveles de licor y material durante el llenado negro caliente y desplazamiento de licor final de acuerdo con una realización como se da a conocer en el presente documento.

5 La FIG. 10 es un diagrama de flujo del procedimiento de un procedimiento de cocción preferente como puede usarse en un procedimiento de fabricación de pasta papelera por extracción cáustica en frío, de acuerdo con una realización como se da a conocer en el presente documento.

La FIG. 11 es un diagrama que muestra una hoja de datos usada para calcular y registrar los volúmenes de licor "dentro" y "fuera" en el digestor de escala (de laboratorio) experimental y condiciones de procedimiento de acuerdo general con el flujo del procedimiento de la FIG. 10.

10 La FIG. 12 es un gráfico que refleja el pH y las concentraciones de álcali efectivo de la parte neutralizada a partir de varias muestras en conexión con el procedimiento de la FIG. 11.

Las FIG. 13A y 13B son gráficos que resumen varias condiciones y resultados de procedimientos de acuerdo con varios ejemplos de procedimientos.

15 La FIG. 14 es un gráfico de S18 frente al número kappa para un procedimiento de acuerdo con una realización como se da a conocer en el presente documento.

### Descripción detallada de realizaciones preferentes

De acuerdo con una o más realizaciones, un procedimiento y sistema para el procesamiento de pasta papelera usada en conexión con un procedimiento kraft implica combinar una primera solución cáustica, tal como un licor blanco, con una cantidad de madera u otro material orgánico que contiene pasta papelera en bruto en un tanque o recipiente de reacción apropiados (es decir, un digestor) para cocinar a una temperatura adecuada de, p. ej., entre 140 y 180 °C para generar una masa marrón. El lavado y cribado de la masa marrón da como resultado una pasta papelera semipurificada, así como derivados (tales como licor negro) que se alimentan nuevamente al digestor. La pasta papelera semipurificada puede extraerse con otra solución cáustica (que de nuevo puede ser licor blanco) a una temperatura adecuada de, p. ej., por debajo de 50 °C para generar la pasta papelera purificada. A través de lavado adicional, puede separarse una solución que contiene hemicelulosa de la pasta papelera purificada, dando como resultado otra solución cáustica en la forma de un filtrado alcalino de extracción cáustica en frío (ECF) que puede recogerse por separado y almacenarse. Este filtrado alcalino de ECF puede concentrarse mediante, p. ej., vaporización u otros medios, y usarse por el mismo en combinación con la primera solución cáustica en el digestor para tratar los materiales orgánicos y volver a empezar el ciclo. En otras realizaciones, se retorna al digestor el filtrado alcalino de ECF en una porción significativa, pero si sufrir concentración.

De acuerdo con un aspecto de una o más realizaciones, se hacen reaccionar astillas de madera u otros compuestos orgánicos que contienen pasta papelera con la solución cáustica en un recipiente de reacción como parte de la etapa de cocción. La etapa de cocción implica preferentemente alimentar astillas de madera u otros materiales que contienen pasta papelera orgánicos en un digestor o recipiente de reacción similar, realizar prehidrólisis, neutralizar la mezcla con un licor blanco más un filtrado alcalino de ECF opcionalmente enriquecido con un licor blanco, llenar el digestor con licor negro caliente y filtrado alcalino de ECF (cada uno o ambos estando preferentemente enriquecidos con licor blanco), y cocer durante una cantidad de tiempo efectiva para dar como resultado la deslignificación. Estas etapas pueden seguirse de desplazamiento en frío y descarga de pasta papelera.

La mezcla de pasta papelera descargada contiene, en general, fibras celulósicas liberadas. Estas fibras pueden extraerse adicionalmente con otra solución cáustica para disolver la hemicelulosa. La solución cáustica consumida junto con la hemicelulosa disuelta puede separarse de la pasta papelera extraída, y someterse la pasta papelera a lavado adicional para eliminar la solución cáustica y hemicelulosa residuales. Los líquidos de lavado y la solución cáustica consumida que contienen hemicelulosa se combinan y opcionalmente se concentran para formar un filtrado de ECF concentrado. El filtrado de ECF concentrado o no concentrado, según sea el caso, puede usarse, a continuación, individualmente o en combinación con otra solución cáustica para tratar madera en el recipiente de reacción.

De esta manera, la cantidad entera de filtrado alcalino generado en la etapa de lavado y limpieza potencialmente puede retornarse y usarse como una fuente de álcali en el procedimiento de cocción kraft con prehidrólisis (KPH), ayudando de este modo a impedir el depósito de hemicelulosas y mejorando la pureza de la pasta soluble con alto contenido en celulosa alfa. Todas las etapas especificadas anteriormente pueden llevarse a cabo con equipos tradicionales.

Para propósitos comparativos, las Figuras 2 y 3 muestran ciertos aspectos relevantes de un procedimiento preexistente de acuerdo con la técnica de fabricación de pasta papelera general ilustrada en la Figura 1. Mostrado en la Figura 2 hay un sistema y procedimiento relacionado preexistentes para lavar y limpiar, y mostrado en la Figura 3 hay un sistema y procedimiento relacionado preexistentes para cocinar, todos según puedan usarse en un procedimiento de pasteado kraft con prehidrólisis. Con referencia primero a la Figura 2, un sistema **200** y procedimiento relacionado para lavar y limpiar pasta papelera implica transportar una pasta papelera purificada **232**

del lavado y cribado de la masa marrón (es decir, etapa **122** en la Figura 1) al reactor de ECF **210** vía un vehículo adecuado (es decir, etapa **123** en la Figura 1), junto con una mezcla de licor blanco **215** que está enfriada, filtrado alcalino de ECF **226**, o posiblemente otros fluidos o soluciones que estén almacenadas temporalmente en uno o más tanques de mezclado **271**, **272**. Desde el reactor de ECF **210**, la mezcla de pasta papelera **233** puede proporcionarse a una batería de unidades de prensado de doble rollo **251-254**, que se usan como parte del lavado y limpieza de la pasta papelera. Después del tratamiento usando las unidades de prensado de doble rollo **251-254**, la pasta papelera tratada **260**, a continuación, puede tratarse o mezclarse adicionalmente con ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) **261** y/o otro líquido y hacerse pasar corriente abajo a un procedimiento de blanqueamiento. En conexión con el procedimiento de lavado, el filtrado alcalino de ECF **216** extraído de las unidades de prensado de doble rollo **251-254** puede recogerse y usarse para varios propósitos, incluyendo el retorno y reciclado corriente arriba para el uso en etapa de cocción.

Como se advirtió anteriormente, una porción del filtrado alcalino de ECF **216**, normalmente mucho menos de la mitad, se drena al área de recuperación o se elimina de otro modo.

La Figura 3 ilustra un sistema **300** y procedimiento relacionado para cocer como se conoce convencionalmente en el que opcionalmente puede usarse el filtrado alcalino de ECF. En la Figura 3, uno o más digestores **310a**, **310b** se alimentan con astillas de madera u otro material orgánico que contiene celulosa, y se usan los recipientes de reacción básicos en el procedimiento de cocción. El sistema **300** también incluye un tanque de licor blanco **320**, un tanque de licor de desplazamiento **330**, y uno o más tanques acumuladores de licor negro caliente **340a**, **340b**. El licor blanco **319** de una fuente externa puede bombearse en el tanque de licor blanco **320**, del que puede retirarse y usarse como un licor de neutralización **322** en los digestores **310a**, **310b**. El tanque de licor de desplazamiento **330** contiene una solución que puede comprender licor negro diluido o una mezcla que incluye licor negro, como puede obtenerse, por ejemplo, como un subproducto de la etapa de lavado de la masa marrón, como se indica por la flecha de entrada **325**.

El licor blanco **319** o filtrado de ECF **316** puede bombearse a través de diversos intercambiadores de calor al lado de succión de la bomba asociada al tanque de licor blanco **320**. Otra bomba dirige licor blanco o filtrado de ECF para la etapa de neutralización al lado de descarga de la bomba asociada al tanque de licor de desplazamiento **330**. Durante el llenado de licor negro caliente, el licor del tanque acumulador de licor negro caliente **340a** se bombea a través de un intercambiador de calor **353** y eventualmente a los digestores **310a**, **310b** vía el conducto de licor de cocción **324**. Después del llenado de licor negro caliente viene el llenado de licor blanco (o filtrado de ECF) a través de la misma bomba y mismo conducto que el de llenado de licor negro caliente. Cuando la cocción ha finalizado, el licor de desplazamiento **327a**, **327b** se alimenta a los digestores **310a**, **310b** y se usa al final de la etapa de cocción. La parte más caliente del desplazamiento se dirige al primer tanque acumulador de licor negro caliente **340a** para usarse en la próxima cocción, y la parte más enfriada se dirige al segundo tanque acumulador de licor negro caliente **340b**. Desde el segundo tanque acumulador de licor negro caliente **340b** el licor se dirige a una planta de vaporización a través de los intercambiadores de calor y filtro de licor, y desde allí a una caldera de recuperación donde los compuestos orgánicos se queman para producir vapor mientras se recuperan los compuestos inorgánicos.

En general, cuando no se está produciendo pasta papelera de pureza alta puede no ser necesaria una etapa de extracción cáustica en frío y mientras puede alimentarse directamente licor a los digestores **310a**, **310b**. Cuando se emplea extracción cáustica en frío, en general, el filtrado de ECF se bombea nuevamente en los digestores **310a**, **310b**.

En un procedimiento de cocción típico, los digestores **310a**, **310b** se llenan con astillas de madera o material orgánico similar y, a continuación, se someten a un procedimiento de prehidrólisis. Después de la prehidrólisis, se proporciona un licor de neutralización **322** a los digestores **310a**, **310b**, que, a continuación, se desplaza en secuencia mediante un licor de cocción apropiada. A continuación, se aumenta la temperatura de los digestores **310a**, **310b** hasta una temperatura de cocción en la que se mantienen durante un periodo de tiempo suficiente para que ocurra la deslignificación. Cuando se completa la cocción, se abre una válvula de soplado en cada digestor **310a**, **310b**, y, a continuación, se descarga en un tanque de soplado (no mostrado) la pasta papelera deslignificada del digestor. Hacia el final de un ciclo de cocción, el digestor se mantiene presurizado mientras se introduce un líquido de desplazamiento para desplazar los licores negros calientes o consumidos, que se liberan fuera del digestor **310a**, **310b** mientras que todavía se encuentran alrededor de la temperatura usada para la cocción. En un procedimiento típico, el fluido de desplazamiento constituye un filtrado obtenido del lavado de la pasta papelera de la masa marrón. El licor negro caliente desplazada se recoge en uno o más acumuladores de alta temperatura **340a**, **340b** para un reuso subsiguiente. Después del procedimiento de desplazamiento, el líquido de desplazamiento y licor negro consumido restante, que están más enfriados que la temperatura de cocción normal, opcionalmente también pueden almacenarse en un acumulador de temperatura baja y dirigirse al área de recuperación. Eventualmente se vacían los digestores **310a**, **310b** para eliminar la pasta papelera deslignificada.

La Figura 4 es un diagrama de flujo del procedimiento general de un procedimiento **400** para un procedimiento para la producción de pasta papelera de acuerdo con una realización como se describe en el presente documento, en la que se modifica y mejora el procedimiento de cocción sobre la técnica convencional. El procedimiento **400** en la Figura 4 comienza con una etapa de cocción **421** en la que, generalmente de forma similar a un procedimiento kraft convencional, astillas de madera u otros materiales orgánicos que contienen pasta papelera **418** se alimentan en un digestor susceptible de tolerar alta presión. El digestor puede ser de cualquier volumen adecuado tal como, por ejemplo 360 metros cúbicos aproximadamente. La elección particular del tipo de madera u otra planta o materiales

orgánicos puede depender de los productos finales deseados. Por ejemplo, las maderas blandas tales como el pino, abeto y picea pueden usarse para algunos procedimientos de derivatización para obtener productos de viscosidad alta, como éteres de celulosa (que pueden usarse, por ejemplo, como aditivos en alimentos, pintura, fluidos de recuperación de aceites o lodos, papel, cosméticos, productos farmacéuticos, adhesivos, medios de impresión, agricultura, cerámica, productos textiles, detergentes y materiales de construcción. Las maderas duras, tales como eucalipto y acacia pueden ser preferentes para aquellas aplicaciones que no requieran una pasta papelera con una viscosidad muy alta.

En un modo de realización, y como se describe en mayor detalle a continuación, se calienta el digestor durante la porción de prehidrólisis de la etapa de cocción **421** hasta una primera temperatura predeterminada con vapor u otro medio apropiado. Esta temperatura predeterminada, por ejemplo, puede ser de entre 110 a 130 °C y, más específicamente, puede ser de 120 °C aproximadamente. El calentamiento en este ejemplo particular se efectúa durante un periodo de tiempo de entre 15 y 60 minutos (p. ej., 30 minutos), aunque también pueden usarse otros tiempos de calentamiento dependiendo de las particularidades del equipo y la naturaleza de los materiales orgánicos que se calientan.

A continuación, se calienta adicionalmente el digestor mediante vapor u otros medios hasta una segunda temperatura por encima de la primera temperatura predeterminada para una etapa de prehidrólisis. Esta segunda temperatura de prehidrólisis es preferentemente cercana a 165 °C, aunque de nuevo la temperatura precisa puede depender de un número de variables que incluyen el equipo y los materiales orgánicos. El calentamiento para prehidrólisis puede efectuarse durante un periodo de tiempo de 30 a 120 minutos (p. ej., 60 minutos), aunque de nuevo el tiempo de calentamiento puede variar según sea necesario. Una vez que se alcanza la temperatura de prehidrólisis, se mantiene el digestor a esta temperatura durante un periodo de tiempo adecuado, p. ej., de 35 a 45 minutos, o cualquier otro tiempo suficiente para completar la prehidrólisis.

En una realización preferente, se añade al digestor una solución de neutralización como parte de la etapa de cocción **421**. La solución de neutralización puede estar compuesta de un licor blanco **411**, un filtrado alcalino **417**, o una mezcla de los mismos. Un licor blanco puede tomar la forma de, p. ej., una mezcla de hidróxido de sodio y sulfuro de sodio. En una realización preferente, el licor blanco tiene entre 85 a 150 gramos por litro de álcali efectivo como hidróxido de sodio (NaOH), más preferentemente entre 95 a 125 gramos de NaOH por litro de álcali efectivo, y lo más preferentemente entre 100 a 110 gramos de NaOH por litro de álcali efectivo. La sulfidez del licor blanco puede tener un intervalo de entre 10 % y 40 %, preferentemente entre 15 y 35 %, y lo más preferentemente entre 20 y 30 %.

La concentración de NaOH efectivo en el licor negro **435** usada para el llenado de licor caliente antes del enriquecimiento con licor blanco puede ser de entre 15 a 35 gramos por litro y está preferentemente en el intervalo de 20 a 30 gramos por litro, o en el filtrado alcalino **417** después del enriquecimiento con licor blanco puede ser de entre 35 a 75 gramos por litro y está preferentemente en el intervalo de 40 a 50 gramos por litro, aunque puede variar de acuerdo con el procedimiento particular.

Puede añadirse la solución de neutralización al digestor en una porción o bien puede añadirse al digestor en varias porciones. En una realización, la solución de neutralización que comprende tanto un licor blanco y filtrado alcalino se añade en dos porciones, con lo que el licor blanco primero se proporciona al digestor como un impregnado de licor blanco **461** seguido de adición del filtrado alcalino de ECF **417**. En una realización, la solución de neutralización se añade a una temperatura de entre 120 a 160 °C, y más preferentemente de entre 140 a 150 °C. El licor blanco puede comprender entre el 20 % y el 40 % de la carga de álcali efectivo total en la etapa de neutralización, y más preferentemente puede comprender entre el 25 % y el 30 % de la carga de álcali efectivo total en la neutralización.

A continuación, un licor de cocción puede desplazar el licor de neutralización en el digestor y se usa para cocer la madera en el digestor. El licor de cocción puede añadirse al digestor en diversas porciones. En una realización, la solución de cocción que comprende tanto un licor negro caliente y un licor blanco o filtrado alcalino de ECF añadida en dos porciones. El intervalo y el intervalo preferente de hidróxido de sodio y sulfuro de sodio en las soluciones de licor negro, licor blanco y filtrado de ECF pueden ser los mismos que los de la fase de neutralización.

En una o más realizaciones, la solución de cocción incluye uno o ambos de los siguientes elementos: (i) un licor negro **435** con una concentración de álcali efectivo de 15 a 35 gramos por litro como NaOH, opcionalmente aumentada con una cantidad añadida de licor blanco **462** con una concentración de álcali efectivo de 95 a 125 gramos por litro como NaOH para conseguir una concentración de álcali efectivo de 40 a 50 gramos por litro como NaOH o bien aumentada con una cantidad añadida de filtrado de ECF **417** reciclado (opcionalmente concentrado para incrementar el nivel de álcali o enriquecido con licor blanco); y (ii) un filtrado alcalino de ECF **417** precedente de una etapa de lavado **424** con extracción cáustica en frío corriente abajo con una concentración de álcali efectivo de 55 a 75 gramos por litro como NaOH, después del enriquecimiento o aumento con licor blanco **463** añadido, y opcionalmente concentrado por vaporización u otros medios similares.

El digestor puede calentarse hasta una temperatura de cocción con vapor u otros medios. La temperatura de cocción puede estar en el intervalo de entre 145 y 160 °C. El calentamiento puede ser durante un periodo de 10 a 30 minutos u otro periodo adecuado. A continuación, se mantiene el digestor a la temperatura de cocción durante un periodo de

tiempo adecuado para el procedimiento de cocción, tal como de entre 15 y 120 minutos. El intervalo de temperatura y el tiempo de cocción se eligen para un factor H objetivo, que está preferentemente en el intervalo de entre 130 y 250.

Como un resultado de la etapa de cocción **421**, se produce una masa marrón **412**. La masa marrón **412** se proporciona a un procedimiento de lavado y cribado **422**, similar al de un procedimiento, tras el que la masa marrón **412** se criba a través del uso de diferentes tipos de tamices o cribas y limpieza por centrífuga. A continuación, la masa marrón **412** se lava con un lavador en el procedimiento de lavado y cribado **422**. El lavador puede ser de cualquier tipo comercial, incluyendo lavadores de cinta horizontal, lavadores de tambor rotativo, prensas de lavado, filtros con deflector de compactación, difusores atmosféricos y difusores de presión. La unidad de lavado también puede usar un flujo a contracorriente entre las etapas de modo que la pasta papelera se mueve en la dirección contraria a las aguas de lavado. En una realización, se usa agua presurizada para lavar la masa marrón **412**. En otra realización, se usa una solución cáustica diluida para lavar la masa marrón **412**. La solución cáustica diluida, por ejemplo, puede tener una concentración de álcali efectivo de menos de 5 gramos de NaOH por litro, más preferentemente de menos de 1 gramo de NaOH por litro. El licor de lavado consumido se recoge y usa como licor negro **413** en algún punto en el procedimiento **400**. En una realización, el licor negro **413** se usa como parte del licor de desplazamiento proporcionada al digestor al final de la etapa de cocción **421**.

A continuación, la pasta papelera semipurificada del procedimiento de lavado y cribado **422** se bombea al reactor como una suspensión que se emplea en la etapa de extracción cáustica en frío ("ECF") **423**, de nuevo de forma similar al procedimiento convencional, en el que la pasta papelera semipurificada se mezcla con una segunda solución cáustica **414** (que puede ser igual o diferente de la primera solución cáustica **411**) para efectuar una separación adicional de la hemicelulosa de las fibras de celulosa deseadas. La extracción cáustica en frío es un procedimiento bien conocido en la técnica. Se describen ejemplos de procedimientos y sistemas de tratamiento cáustico en frío con mayor detalle, por ejemplo, en Ali et ál., Publicación de Patente de EE. UU. n.º 2004/0020854, y Svenson et ál., Publicación de Patente n.º 2005/0203291.

La solución cáustica **414** usada en los procedimientos de incorporación y extracción del procedimiento de extracción ECF **423** puede comprender soluciones de hidróxido de sodio recién preparadas, recuperación del procedimiento corriente abajo, o subproductos en una operación de pasteado o papelera, p. ej., filtrado de ECF concentrado, licor blanco y similares. También pueden emplearse otras soluciones básicas, tales como hidróxido de amonio e hidróxido de potasio. La extracción de álcali en frío puede realizarse con compuestos químicos adicionales añadidos tales como peróxido de hidrógeno, hipoclorito de sodio, borohidruro de sodio, y tensioactivos.

Después del tiempo de residencia deseado, se separa la pasta papelera de la solución cáustica en frío consumida en un procedimiento de lavado siguiente **424**. La solución cáustica en frío consumida contiene hemicelulosa extraída. Se lava la pasta papelera en una unidad de lavado de ECF. Los lavadores ejemplares incluyen lavadores de cinta horizontal, lavadores de tambor rotativo, prensas de lavado, filtros con deflector de compactación, difusores atmosféricos y difusores de presión. El líquido de lavado puede comprender, por ejemplo, agua pura o solución cáustica diluida con una concentración de álcali efectivo de, p. ej., por debajo de 1 gramo de NaOH por litro. El líquido de lavado consumido se recoge de una manera convencional puede combinarse con solución cáustica consumida para formar otra solución cáustica **416** que, en un aspecto, comprende un filtrado alcalino resultante del procedimiento de lavado **424**. Mientras tanto, la pasta papelera extraída y lavada **433** se transporta a la próxima etapa para su blanqueamiento.

El filtrado alcalino de ECF **416** puede proporcionarse total o parcialmente en un procedimiento de concentración y, por ejemplo, puede alimentarse en un sistema de vaporización para su concentración, aunque en otras realizaciones el filtrado alcalino de ECF **416** no se somete a un procedimiento de concentración. Un sistema de vaporización típico puede contener diversas unidades o efectos instalados en serie. El líquido se mueve a través de cada efecto y se vuelve más concentrado en el escape del efecto. Puede aplicarse vacío para facilitar la vaporización y concentración de las soluciones. En conexión con un procedimiento de concentración, también puede concentrarse un licor negro débil en un licor negro fuerte, p. ej., mediante vaporización usando uno o más efectos en una disposición secuencial, incrementando gradualmente la concentración del licor negro débil durante el procedimiento. Puede almacenarse el licor negro fuerte en un tanque acumulador y usarse en la caldera de recuperación, generando vapor y energía, incrementando así la eficiencia a través del reuso o reciclado de los subproductos de salida. Una técnica para concentrar el filtrado alcalino de ECF para su reuso en la etapa de cocción se describe en la solicitud de EE. UU. con n.º de serie 12/789,265 pendiente de trámite presentada al mismo tiempo adjunta al presente documento y titulada "Procedimiento y sistema para el procesamiento de pasta papelera usando extracción cáustica en frío con reuso de filtrado alcalino" asignada al cesionario de la presente invención.

La solución de filtrado alcalino concentrada **417** puede reusarse, total o parcialmente, en la etapa de cocción **421** bien como parte del licor de neutralización y/o como parte del licor de cocción. Como se advirtió con anterioridad, el filtrado alcalino de ECF **416** puede combinarse con un licor blanco **463** para su uso como parte del licor de cocción. En ciertas realizaciones, la solución de filtrado alcalino de ECF concentrada **417** puede usarse sin enriquecimiento de licor blanco.

La solución de filtrado alcalino concentrada **417** que no se reusa en la etapa de cocción **421** puede usarse para otros propósitos. Por ejemplo, opcionalmente puede desviarse para otros propósitos, tales como su uso en una línea de

producción adyacente (como licor blanco). La solución de filtrado alcalino concentrada **417** también puede permitir el uso de concentraciones de licor más altas en la etapa de cocción **421**, impidiendo así el depósito de las hemicelulosas en las fibras.

5 La Figura 5 es un diagrama de un sistema **500** y procedimiento relacionado para una etapa de cocción usada en conexión con un procedimiento de producción de pasta papelera, de acuerdo con una realización como se describe en el presente documento. En la Figura 5, uno o más digestores **510** (en este ejemplo, ocho digestores), de forma similar al procedimiento convencional, se alimentan de astillas de madera u otro material orgánico que contiene pasta papelera, y sirven de recipientes de reacción usados en el procedimiento de cocción. El sistema **500** también incluye, entre otras cosas, un tanque de contención de licor blanco/filtrado de ECF **520**, un tanque de licor de desplazamiento **530**, uno o más tanque acumuladores de licor negro caliente **540a**, **540b**, y uno o más tanques de soplado **560**. El licor blanco **519** de una fuente adecuada puede calentarse mediante calentadores de fluido **551**, **552** y bombearse en el tanque de contención de licor blanco/filtrado de ECF **520**, donde puede hacerse recircular y almacenarse para uso posterior, y del que puede retirarse y usarse como un licor de neutralización **552** en los digestores **510**. Igualmente, el filtrado de ECF **516** puede calentarse y bombearse en el tanque de contención de licor blanco/filtrado de ECF **520** para uso posterior. El tanque de licor de desplazamiento **530** contiene una solución que puede comprender licor negro diluida o una mezcla que incluye licor negro, que, por ejemplo, puede ser un subproducto de la etapa de lavado **424**, como se indica por la flecha de entrada **525**.

20 Al final del procedimiento cocción, licor fría (75 - 85 °C) del tanque de licor de desplazamiento **530** se digiere al digestor **510** a fin de finalizar la reacción de cocción. La primera parte del licor de desplazamiento del digestor **510** está relativamente caliente (140- 160 °C) y se dirige al primer tanque acumulador de licor negro caliente **540a** para su uso en la próxima cocción. El próximo licor más frío desplazado del digestor **510** está más enfriado (cerca de 120 -140 °C) y se dirige al segundo tanque acumulador de licor negro caliente **540b**. El licor negro caliente **536** se bombea desde el segundo tanque acumulador de licor negro caliente **540b** a un filtro de licor **570**, a través de intercambiadores de calor. El licor negro se enfría mientras al mismo tiempo su calor se usa para templar el licor blanco o filtrado de ECF que se hace circular a través de los intercambiadores de calor **551**, **552**. A partir de ahí, el licor negro filtrado se dirige a una planta de vaporización para un procesamiento adicional.

30 En un procedimiento de cocción preferente ilustrado en la Figura 5, los digestores **510** se llenan con astillas de madera o material orgánico similar. La prehidrólisis se lleva a cabo con vapor, después de la que se proporciona un licor blanco de neutralización **517** en la forma de un "impregnado" de licor blanco a los digestores **510** seguido de introducción de un filtrado alcalino de ECF **516** como parte del fluido de neutralización **552**. A continuación, se desplaza el fluido de neutralización mediante un licor de cocción apropiado. El licor de cocción apropiada puede incluir (i) un filtrado de ECF **524** del tanque de contención de licor blanco/filtrado de ECF **520** especialmente preparado para la cocción; (ii) un licor negro **535** del tanque acumulador de licor negro **540a**, opcionalmente aumentada con una cantidad añadida de licor blanco (o filtrado de ECF) **562** y, en este ejemplo, se hace circular a través del calentador de fluido **553** para controlar su temperatura; y/o (iii) un filtrado alcalino de ECF **516** derivado de un etapa de lavado con extracción cáustica en frío corriente abajo **424** (véase Figura 4), bien concentrado o no a través de vaporización u otros medios similares, y opcionalmente aumentado o enriquecido con licor blanco añadido **519** para producir un filtrado alcalino de ECF concentrado con enriquecido con licor blanco. El filtrado alcalino de ECF **516** se bombea en el tanque de contención de licor blanco **520** a través de los intercambiadores de calor **551**, **552** para usarse en la fase de neutralización como fluido de neutralización **552** o en la fase de cocción un filtrado de cocción ECF **524**. En algún punto del presente documento se describen concentraciones preferentes de los varios licores de cocción.

45 Una vez que el(los) licor(es) de cocción se añaden a los digestores **510**, la temperatura de los digestores **510** aumenta hasta la temperatura de cocción en la que los digestores se mantienen durante un periodo de tiempo suficiente para que ocurra la deslignificación. Cuando se completa la cocción, se abre una válvula de soplado en cada digestor **510**, y, a continuación, se descarga en uno de los tanques de soplado **560** la pasta papelera deslignificada del digestor **510**. Hacia el final de un ciclo de cocción, el digestor se mantiene presurizado mientras se introduce un licor de desplazamiento del tanque de licor de desplazamiento **530** para desplazar los licores negros calientes o consumidas, que se liberan fuera de los digestores **510** mientras que todavía se encuentran alrededor de la temperatura usada para la cocción. El licor de desplazamiento, como se advierte en general, comprende un licor negro o filtrado similar obtenidos por el lavado de la pasta papelera o fibras deslignificadas durante la producción de pasta papelera de lotes previos. El licor negro caliente desplazada se recoge en uno o más acumuladores de alta temperatura **540** para su reuso subsiguiente.

55 Los digestores **510** se vacían eventualmente para eliminar la pasta papelera deslignificada. El licor negro caliente previamente vaciado del digestor **510** puede reusarse (y mezclase con otras soluciones o filtrados, tales como licor blanco caliente).

60 Varios aspectos del procedimiento de cocción global pueden explicarse mediante referencia adicional a las Figuras 6-9. Las Figuras 6A y 6B son diagramas en sección transversal de un digestor (tal como cualquiera de los digestores **510** ilustrados en la Figura 5) que exhibe, entre otras cosas, un nivel de licor y material típicos como se usa en un procedimiento preexistente para la etapa de neutralización. Las Figuras 7A - 7C, 8 y 9 también son diagramas en sección transversal de un digestor que exhibe mezcla de licor y material durante la neutralización antes de la cocción de acuerdo con una o más realizaciones como se describe en el presente documento. Primero, como se muestran en

la Figura 6A, puede llenarse un digestor **610** durante la etapa de neutralización de un procedimiento de cocción conocido después de la prehidrólisis con una cantidad sustancial de filtrado de ECF (licor) **616** que representa un porcentaje significativo (p. ej., 60 %) del volumen total del digestor **610**. Por ejemplo, para un digestor con una capacidad de 360 metros cúbicos y una carga de 72 toneladas de madera (peso seco) y 11 toneladas de sólidos disueltos, pueden usarse ceca de 214 metros cúbicos de filtrado de ECF **616** como parte de la fase de neutralización. Durante esta etapa, la concentración de filtrado de ECF puede ser de 51,3 gramos de NaOH por litro aproximadamente, con una carga de álcali efectivo (AE) sobre madera del 13,2 % como NaOH. Después de la prehidrólisis, el digestor **610** puede estar alrededor de 165 °C con una presión relativa de 0,7 MPa (7 bar) (es decir, la presión relativa a la presión atmosférica local). En este punto, las astillas de madera u otro material orgánico que contiene pasta papelera debería estar casi exento de aire, con vapor presente en el interior de los huecos dentro de las astillas o material orgánico similar. Casi toda el agua de las astillas está en forma líquida.

Cuando se bombea licor de neutralización al digestor **610** a una temperatura típica de 130 °C, se condensa el vapor en el interior de las astillas u otro material orgánico, y el licor del interior de las astillas u otro material orgánico se succiona a causa de la presión más baja creada por la condensación. Durante este procedimiento, se añade una cierta cantidad de licor del vapor y también se pierde de la desgasificación. Por ejemplo, con las cantidades descritas anteriormente, pueden añadirse 11,9 metros cúbicos de agua de vapor aproximadamente y pueden perderse cerca de 1,6 metros cúbicos de agua de la desgasificación **625**. En total, pueden añadirse cerca de 224 metros cúbicos netos de licor, en términos de licor libre (licor de neutralización y agua de vapor), durante parte del procedimiento de cocción. Después de la prehidrólisis y neutralización, el digestor **610** típicamente puede contener 203 metros cúbicos de licor libre aproximadamente, con alrededor de 109 metros cúbicos de licor todavía retenida en las astillas prehidrolizadas, que se corresponde con 1,31 m<sup>3</sup>/BDt (metros cúbicos de licor por tonelada métrica secada en tambor de astillas) o 3,15 m<sup>3</sup>/ADt (metros cúbicos de licor por tonelada métrica secada al aire de astillas). Por tanto, puede estar presente un contenido total de 312 metros cúbicos de licor, bien como licor libre o retenido en las astillas. En este punto, el digestor **610** puede contener 72 toneladas métricas de madera, 36 toneladas métricas de agua absorbida dentro de la madera y 11 toneladas métricas de sólidos disueltos de varias clases. La densidad del líquido después de la neutralización en este ejemplo sería de cerca de 1,13 t/m<sup>3</sup> (es decir, toneladas por metro cúbico).

Como ahora se muestra en la Figura 6B, el licor de neutralización añadida llenará los huecos del interior de las astillas (descontada el agua de las astillas) y el espacio de los huecos alrededor de las astillas. Por tanto, tomando el ejemplo en curso, los 214 metros cúbicos de licor de neutralización añadida se distribuirían como alrededor de 56,8 metros cúbicos llenando el espacio de los huecos en el interior de las astillas (8,3 metros cúbicos en el cono **607** del digestor **610** y 48,5 metros cúbicos en la parte cilíndrica **608** del digestor **610**), y 157,2 metros cúbicos llenando el espacio de los huecos alrededor de las astillas (22,8 metros cúbicos en el cono **607** del digestor **610** y 134,4 metros cúbicos en la parte cilíndrica **608** del digestor **610**). Esto supone un volumen para el cono **607** de 40 metros cúbicos y una altura de la parte cilíndrica **608** de 9,6 metros. En este caso, la cantidad de astillas en el cono del digestor **607** puede ser de 9,3 BDt (toneladas métricas secadas en tambor) aproximadamente con un volumen de licor retenido de 12,3 metros cúbicos, volumen de agua retenida de 4 metros cúbicos, licor libre alrededor de las astillas de 22,8 metros cúbicos, y un volumen total ocupado en el cono **607** de 31,1 metros cúbicos (es decir, 22,8 + 12,3 - 4,0 metros cúbicos). Se recoge o forma una pequeña franja de condensado **613** de 0,6-0,7 metros de altura aproximadamente en la superficie de la mezcla de líquido, donde se encuentran el vapor y líquido.

Puede usarse una etapa de "impregnado" de licor blanco o de enriquecimiento para sustituir parte del filtrado alcalino de ECF usado al comienzo de la etapa de neutralización a fin de reducir o evitar el redespósito de las hemicelulosas sobre las fibras de madera. Por tanto, después de la prehidrólisis como una primera parte de la fase de neutralización, se añade una cantidad de licor blanco, preferentemente en una cantidad suficiente para llenar los huecos en el interior de las astillas o material orgánico que contiene pasta papelera, seguido de una infusión del filtrado de ECF. Se añaden preferentemente, para cada tonelada métrica de astillas de madera, de 0,35 a 0,55 metros cúbicos aproximadamente, y más preferentemente de 0,40 a 0,44 metros cúbicos, de licor blanco después de la prehidrólisis a fin de llenar los huecos en el interior de las astillas de madera y mejorar el contenido alfa definitivo de la pasta papelera que se está produciendo. El resto de fluido añadido para la neutralización toma la forma de filtrado alcalino de ECF, según el procedimiento convencional, u opcionalmente puede implicar usar un filtrado alcalino de ECF concentrado. Aunque estas etapas aumentan el nivel de álcali en el digestor, se ha encontrado por los inventores que se inhibe el redespósito de las hemicelulosas y que puede conseguirse un contenido alfa más alto mientras se mantienen los atributos de otros procedimientos dentro de intervalos aceptables, tales como la viscosidad, el número kappa y/o el consumo de álcali efectivo.

Haciendo referencia de nuevo al ejemplo anterior, por ejemplo, puede añadirse un volumen de 30 metros cúbicos de licor blanco al digestor **610** que contiene 72 toneladas de astillas de madera después de la prehidrólisis, como se ilustra mediante la Figura 7A. Como se muestra en la misma, el impregnado de licor blanco **715** junto con la porción más baja de las astillas de madera o material orgánico similar llena aproximadamente el cono **607** del digestor **610**. A continuación, puede añadirse al digestor **610** un volumen de 82,9 metros cúbicos de filtrado de ECF (bien enriquecido o un filtrado alcalino de ECF concentrado) para desplazar el impregnado de licor blanco, con el resultado de que efectivamente toda el licor blanco se agotará para llenar los huecos en el interior de las astillas de madera. Esto se sigue por la introducción de un volumen adicional de 130,6 metros cúbicos de filtrado de ECF (preferentemente un filtrado alcalino de ECF concentrado) al digestor **610** para completar el procedimiento de neutralización. La Figura 7B ilustra el contenido del digestor **610** después de la introducción de 30 metros cúbicos del impregnado de licor blanco y

los 82,9 metros cúbicos de filtrado de ECF **716**. Como se muestra, la combinación del impregnado de licor blanco y el filtrado de ECF inicial cubren cerca del 41 % (alrededor de 33,9 toneladas métricas secadas en tambor) del amasijo de madera en el digestor **610**, como se refleja en la Figura 7B mediante la porción inferior **718** de astillas de madera en el digestor **610**. La parte restante de las astillas de madera, como se refleja mediante la parte superior **719** de las astillas en el digestor **610**, se cubrirá con los 130,6 metros cúbicos de filtrado de ECF **717** adicionales que llenarán los huecos tanto dentro como alrededor de las astillas, como se muestra en la Figura 7C. Como antes, se forma una pequeña franja de condesado **713** de 0,6-0,7 metros de altura aproximadamente en la superficie de la mezcla de líquido.

El impregnado de licor blanco añadido al digestor **610** puede tener una concentración de álcali efectivo (AE) de 95 a 125 gramos de NaOH por litro y, más preferentemente, una concentración de álcali efectivo de entre 105 y 115 gramos de NaOH por litro y, lo más preferentemente, de 110 gramos de NaOH por litro aproximadamente. La carga de álcali equivalente sobre la madera en dicho caso puede ser del 4 % aproximadamente. Después de la adición de 30 metros cúbicos del impregnado de licor blanco y los 82,9 metros cúbicos de filtrado de ECF **716**, pero antes del filtrado de ECF **717** restante, el licor retenida en el cono **607** del digestor **610** es de 8,3 metros cúbicos aproximadamente y el licor libre en el cono es de 23 metros cúbicos aproximadamente. El licor retenida en la parte cilíndrica **608** del digestor **610** es de cerca de 21,7 metros cúbicos.

El impregnado de licor blanco proporciona preferentemente al menos el 10 % de la carga de álcali efectivo total aplicada en la fase de neutralización, más preferentemente proporciona entre el 13 % y 25 % de la carga de álcali efectivo total aplicada en la fase de neutralización, y lo más preferentemente proporciona entre el 20 % y 25 % de la carga de álcali efectivo total aplicada en la fase de neutralización. En el ejemplo anterior, la carga de álcali efectivo sobre la madera proporcionada por el impregnado de licor blanco es del 4 %, mientras que para el resto del licor de neutralización la carga de álcali efectivo sobre la madera es del 13,2 % del filtrado de ECF, para un total de una carga de álcali efectivo del 17,2 %. Por tanto, en este ejemplo el impregnado de licor blanco proporciona el 23 % de la carga de álcali efectivo total sobre la madera.

En un aspecto, el uso de un impregnado de licor blanco como se describe en el presente documento puede evitar o reducir el choque de pH durante la etapa de neutralización, puesto que cuando el licor del filtrado de ECF rica en hemicelulosas se encuentra con las astillas de madera u otro material similar en el procedimiento ilustrado en las Figuras 7B y 7C, las astillas u otro material se ya estarán neutralizadas por el licor blanco. El impregnado de licor blanco **715** en general incrementa el pH de las astillas de madera u otro material orgánico similar cuando se absorbe en los huecos de las astillas. Cuando se añade el filtrado de ECF, se desplaza el licor blanco restante que no se ha absorbido, y según sube en el digestor **610** continúa neutralizando astillas de madera y elementos orgánicos adicionales antes de que el filtrado de ECF pueda alcanzar aquellas astillas o elementos orgánicos. Puesto que la introducción del filtrado de ECF sigue al impregnado de licor blanco **715**, el licor del filtrado de ECF enriquecido con hemicelulosas primero se encuentra aquellas astillas o materiales orgánicos que ya están neutralizados, lo que evita o minimiza el choque de pH, con la posible excepción de la pequeña cantidad de astillas o material orgánico hacia la parte más alta del digestor **610**. Las hemicelulosas del filtrado de ECF estarán en la solución en lugar de reabsorberse o depositarse sobre las astillas de madera o materiales orgánicos. Esto a su vez incrementa la pureza de la masa marrón de la pasta papelera y, en definitiva, conduce a un producto final de pureza más alta.

Las Figuras 8 y 9 ilustran mezclas de licor y material y niveles durante las etapas subsiguientes del llenado de licor negro caliente y desplazamiento del licor final, de acuerdo con una realización como se da a conocer en el presente documento. Como se muestra en la Figura 8, que ilustra la introducción de los licores de cocción y el desplazamiento de los licores existentes, puede añadirse al digestor **610** un volumen de 210 metros cúbicos de licor negro caliente **815** después de la finalización de la fase de neutralización. A continuación, puede añadirse al digestor **610** un volumen de 144 metros cúbicos de filtrado de ECF (bien filtrado de ECF enriquecido o un filtrado alcalino de ECF concentrado) **817** seguido de otro volumen de 20 metros cúbicos de licor negro caliente **821**, desplazando de este modo los licores de neutralización que en este punto han sido infiltrados con residuos e impurezas y, por consiguiente, toman la forma de un licor negro **840**. En este ejemplo, se desplazan 351 metros cúbicos de licor negro **840** del digestor **610** y se dirigen a un tanque acumulador de licor negro **610** ("AC2"), tal como el tanque acumulador **540b** en la Figura 5.

La carga de álcali añadido con el filtrado de ECF en el digestor **610** en el procedimiento mostrado en la Figura 8 es de entre el 7 y 12 % expresado como álcali efectivo sobre madera seca y más preferentemente cercano al 8,9 %, expresado en términos de NaOH sobre madera seca. La carga de álcali total necesaria para la fase de cocción se complementa con el álcali añadido junto con el licor negro caliente enriquecida. Después de la adición de la combinación de los licores negros **815**, **821** y filtrado de ECF **716**, el volumen de líquido total en el interior del digestor **610** es de 312 metros cúbicos aproximadamente, el amasijo de líquido total en el interior del digestor **610** es de cerca de 353 toneladas, y la densidad del licor en el interior del digestor **610** es de 1,13 aproximadamente.

La Figura 9 ilustra la introducción de licor de desplazamiento al final del procedimiento de cocción resultante del desplazamiento de los licores de cocción consumidos. Como se muestra en la Figura 9, puede añadirse al digestor **610** un volumen de 475 metros cúbicos de licor de desplazamiento **930** al final de la fase de cocción. Los licores de cocción, que en este punto han sido infiltrados con residuos e impurezas de la pasta papelera, pueden descargarse como un primer volumen de 220 metros cúbicos de un licor negro caliente y relativamente fuerte **942** que se almacena en un primer tanque acumulador de licor negro ("AC1", p. ej., tanque **540a** en la Figura 5) para contener un licor negro de este tipo, y un segundo volumen de 255 metros cúbicos de licor negro relativamente más débil **941** que se

almacena en un segundo tanque acumulador de licor negro ("AC2", p. ej., tanque **540b** en la Figura 5) para contener un licor negro de un tipo más débil. Alguna cantidad de licor de cocción permanece retenida en las astillas de madera cocinadas u otros materiales orgánicos que portan pasta papelera. El procedimiento genera aproximadamente 31,1 toneladas secadas en tambor de pasta papelera cocinada, con alrededor de 41,1 toneladas de sólidos que se han disuelto en el procedimiento de cocción y relacionados.

La Figura 10 es un diagrama de flujo del procedimiento de un procedimiento de cocción **1000** según puede usarse en un procedimiento de fabricación de pasta papelera por extracción cáustica en frío, de acuerdo con una o más realizaciones como se describe en el presente documento. El procedimiento **1000** en la Figura 10 comienza con una etapa de alimentación de astillas de madera **1005** en la que las astillas de madera u otros materiales orgánicos que contienen pasta papelera junto con vapor se alimentan en un digestor susceptible de tolerar alta presión. Como se advirtió anteriormente, la elección particular del tipo de madera u otra planta o materiales orgánicos puede depender de los productos finales deseados. Se introduce vapor para mejorar el empaquetamiento de las astillas en el interior del digestor. A continuación, el digestor puede calentarse en una o más etapas; en este ejemplo, se calienta el digestor hasta una temperatura predeterminada (por ejemplo, de entre 110 a 130 °C y, más específicamente, puede ser de 120 °C) mediante vapor de otro modo en una etapa de calentamiento inicial **1018**, seguido de calentamiento hasta una temperatura de prehidrólisis temperatura (hasta alrededor de 165 °C, por ejemplo) en una etapa subsiguiente **1020**, aunque estas dos etapas pueden combinarse potencialmente en algunas realizaciones. El tiempo de calentamiento puede depender, hasta cierto grado, de las particularidades del equipo, el volumen del digestor, el volumen de las astillas de madera y la naturaleza de los materiales orgánicos que se calientan.

Una vez que se alcanza la temperatura de prehidrólisis, se mantiene el digestor a esta temperatura durante un periodo de tiempo adecuado, p. ej., de 35 a 45 minutos, o cualquier otro tiempo suficiente para completar la etapa de prehidrólisis **1025**. Luego, se lleva a cabo una etapa de neutralización **1030**. En una realización preferente, primero se añade al digestor una solución de neutralización que comprende un licor blanco **1015** seguido por la introducción de un licor de filtrado de ECF **1016**. El licor blanco **1015** puede tomar la forma de, p. ej., una mezcla de hidróxido de sodio y sulfuro de sodio, con un contenido en álcali efectivo de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas en algún punto del presente documento. Por ejemplo, el licor blanco **1015** puede tener de entre 80 a 150 gramos por litro de álcali efectivo como hidróxido de sodio (NaOH), y preferentemente de entre 100 a 110 gramos por litro de álcali efectivo como hidróxido de sodio. La sulfidez del licor blanco **1015** es preferentemente de entre el 20 y 30 %, pero puede variar en algunas realizaciones. El filtrado de ECF **1016** puede comprender filtrado alcalino de ECF reciclado que se obtiene de un procedimiento de lavado de ECF corriente abajo y se concentra opcionalmente por vaporización u otros medios. La concentración de NaOH efectivo en el filtrado de ECF **1016** pueden ser, p. ej., de entre 50 a 75 gramos por litro, aunque puede variar de acuerdo con el procedimiento particular.

Preferentemente, primero se introduce el licor blanco **1015** como un "impregnado" de acuerdo con el procedimiento descrito para las Figuras 7A - 7C, seguido del licor del filtrado de ECF **1016**. A continuación, en la etapa **1035**, se introduce en el digestor una segunda porción de licor negro caliente **1017**, como se describe en conexión con la Figura 8.

En una próxima etapa **1040**, se añade al digestor un segundo licor blanco **1019** para propósitos de cocción. Como una alternativa, puede sustituirse el licor blanco **1019** por el filtrado alcalino de ECF reciclado que se obtiene de un procedimiento de lavado de ECF corriente abajo y se concentra opcionalmente por vaporización u otros medios. Durante esta fase, como se indica por la etapa **1045**, se calienta el contenido del digestor, mediante vapor u otros medios, hasta una temperatura de cocción apropiada; se mantiene esta temperatura de cocción en una etapa de cocción **1050** durante un periodo de tiempo adecuado para conseguir la deslignificación de la pasta papelera de madera en el digestor. La temperatura de cocción puede estar en el intervalo de entre 140 y 180 °C, y preferentemente está en intervalo entre 150 a 160 °C, aunque podría ser cualquier temperatura adecuada. El calentamiento puede ser durante un periodo de 10 a 30 minutos u otro periodo adecuado. El digestor se mantiene a una temperatura de cocción durante un periodo adecuado durante el procedimiento de cocción, tal como de entre 15 a 120 minutos. El intervalo de temperatura y el tiempo de cocción, en general, se eligen para un factor H objetivo, como se describe previamente.

Después de la cocción, como se indica por la etapa **1055**, se introduce en el digestor un licor negro diluida **1034**, en general, de la etapa de lavado de la masa marrón y el contenido de pasta papelera se descarga para un procesamiento corriente abajo. A continuación, se descarga el digestor y puede lavarse y limpiarse, como se indica por la etapa **1060**, y el próximo lote de astillas de madera puede procesarse de la misma forma, como se indica por la etapa **1070**.

### Ejemplos

Los procedimientos de las realizaciones de la presente invención se demuestran en los siguientes ejemplos. Los resultados analíticos descritos en los ejemplos se obtienen usando el procedimiento general ilustrado en la Figura 11, que enumera una serie de etapas realizadas de conformidad general con el flujo de procedimiento **1000** de la Figura 10, y se describen con referencia a un digestor de escala experimental de un volumen de 20 litros aproximadamente para simular un procedimiento industrial. A continuación, se explican en más detalle las diferencias entre el procedimiento ilustrado en la Figura 11 y los ejemplos específicos.

Como se indica en la Figura 11, el procedimiento normalmente comienza con la preevaporización del digestor durante 30 minutos para alcanzar la temperatura y humedad iniciales en el digestor, junto con la adición de astillas de madera (en este caso, eucalipto) al digestor, aunque en el caso de un laboratorio puede que no se necesite empaquetamiento por vapor. A continuación, el digestor se calienta adicionalmente para proporcionar vapor al digestor durante un periodo de 60 minutos aproximadamente para llevar la temperatura a 165 °C. A continuación, se lleva a cabo una etapa de prehidrólisis, p. ej., durante 40 minutos aproximadamente a una temperatura de 165 °C. A continuación, en algunos ejemplos, se añade un primer filtrado alcalino de ECF o impregnado de licor blanco como parte del procedimiento de neutralización. Este procedimiento tarda aproximadamente 15 minutos y se lleva a cabo a una temperatura de alrededor de 150 °C. Luego, se añade un primer licor negro caliente para llenar el resto del digestor. La introducción del primer licor negro caliente tarda aproximadamente 15 minutos y se lleva a cabo a una temperatura de 15 minutos. Luego, se añade un segundo licor negro caliente al digestor durante una etapa de desplazamiento, que se lleva a cabo durante 23 minutos a una temperatura de 146 °C aproximadamente. Estas dos etapas de licor negro caliente representan colectivamente un llenado de licor como se llevaría a cabo en una operación industrial. Luego, se añade un licor blanco o filtrado alcalino de ECF para concluir el procedimiento de desplazamiento, partiendo de la fase de cocción. Si fuera necesario, también puede alimentarse algún licor negro caliente al digestor. Esta mezcla de licor blanco (o filtrado alcalino de ECF) y licor negro caliente puede llevarse a cabo, p. ej., durante 12 minutos a una temperatura de 152 °C aproximadamente y a una presión de 1 MPa (10,0 bar). Para la etapa de cocción, el licor se hace circular a través del digestor a una velocidad de 3 litros por minuto aproximadamente durante 3 minutos a una presión ligeramente reducida de 0,91 MPa (9,1 bar). El contenido del digestor se vuelve a calentar, p. ej., hasta alrededor de 160 °C durante un periodo de 14 minutos, y, a continuación, se mantiene a esta temperatura durante un periodo de cocción adecuado, p. ej., durante cerca de 23 minutos. Luego, se introduce un licor diluido como un licor de desplazamiento y se descarga el contenido del digestor para procesamiento posterior. El licor diluido continúa siendo introducido a una velocidad de un litro por minuto y se hace circular en el digestor durante un periodo suficiente. A continuación, se descarga el digestor y puede lavarse y limpiarse para dejarlo listo para un nuevo lote.

Las Figuras 13A y 13B son tablas que resumen varias condiciones y resultados de procedimientos de acuerdo con los Ejemplos 2 - 9 descritos a continuación. En particular, la Figura 13A muestra las condiciones y parámetros del procedimiento para para varios ejemplos diferentes, y la Figura 13B muestra los resultados correspondientes en forma tabular.

### Ejemplo 1

*Procedimiento kraft usando una combinación de licor blanco y licores negros calientes en la etapa de neutralización y cocción*

De acuerdo con un primer ejemplo, un digestor de escala experimental de 20 litros se precalienta con vapor hasta 120 °C durante un periodo de 30 minutos. Se añade al digestor 4700 gramos de material orgánico que contiene pasta papelería seco tal como eucalipto u otras astillas de madera. Las secuencias de operaciones en el laboratorio sigue la Figura 11. Se calienta el digestor hasta 165 °C durante un periodo de 60 minutos y se conserva a 165 °C durante 40 minutos adicionales para completar la etapa de prehidrólisis. Se añade al digestor 4,51 litros de un primer licor blanco ("LB1") con un álcali efectivo de 124,7 g de NaOH por litro durante quince minutos a una temperatura de 150 °C. EL cálculo del factor H factor empieza en este punto. A continuación, se añade 10,8 litros de un primer licor negro caliente ("LNC1 ") con un álcali efectivo de 25,3 g de NaOH por litro durante 15 minutos a una temperatura de 140 °C para completar la etapa de neutralización. A continuación, se añade al digestor 10,0 litros de un licor negro caliente ("LNC2") con un álcali efectivo de 25,3 g de NaOH por litro para desplazar la LNC1 y LB1 consumidas durante un periodo de 23 minutos a una temperatura de 146 °C, seguido de adición del licor de cocción que consiste en una mezcla de 1 litro de LNC2 y 4,16 litros de un segundo licor blanco ("LB2") con una concentración de álcali efectivo de 124,7g de NaOH por litro añadida durante un periodo de tiempo de 12 minutos a 1 MPa (10 bar) y 152 °C. Un parámetro del procedimiento importante durante esta serie de operaciones es la carga de álcali efectivo total, que en general se expresa en términos de porcentaje de álcali sobre el peso de las astillas de madera (base seca) que se calcula considerando el volumen entero de todos los licores añadidos y sus concentraciones respectivas. Para este ejemplo, la carga de álcali efectivo equivalente total sobre la madera es del 12 % de AE como NaOH para la fase de neutralización, y del 11 % de AE como NaOH para la fase de cocción. Se recogen muestras de las LB1 y LNC1 desplazadas calientes después de la neutralización (la "parte neutralizada") para medir y realizar un seguimiento del comportamiento del pH, típicamente desde el comienzo de la operación de desplazamiento hasta el final de esta operación. El licor desplazada se recoge para una recuperación más adelante.

El licor de cocción, que comprende LNC2 y LB2, se hace circular a una velocidad de 3 litros por minuto durante 3 minutos a una presión de 0,91 MPa (9,1 bar). A continuación, se calienta el digestor hasta 160 °C durante un periodo de tiempo de 14 minutos, se conserva a 160 °C durante unos 23 minutos. Se toma una alícuota de la mezcla de reacción para medir la concentración de NaOH al final de la reacción ("CF"). La CF es de 23,3 g de NaOH por litro aproximadamente.

A continuación, se enfría el digestor, y la mezcla de reacción se lava dos veces con una solución cáustica diluida. Cada lavado usa 15 litros de una solución acuosa que contiene aproximadamente 0,2 g de NaOH por litro de una solución de licor diluida ("LD"). El licor consumido después de un primer lavado contiene 21,9 g de NaOH por litro aproximadamente, y puede usarse para preparar un lote posterior de licor negro caliente. El licor consumido después

de un segundo lavado contiene 13,0 g de NaOH por litro aproximadamente y se combina con la parte neutralizada. El licor combinado tiene un AE de 6,4 g de NaOH por litro (equivalentes a un 3,88 % de NaOH). En la papelera, esta mezcla puede vaporizarse para formar una solución cáustica más concentrada para el quemado en la caldera de recuperación.

- 5 El digestor experimental de laboratorio se limpia haciendo circular LD (licor diluido) a través del digestor a 1 litro por minuto durante 10 minutos, y, a continuación, se lava dos veces, primero con 33 litros de agua pura y, a continuación, con 45 litros de agua pura. El licor de lavado consumido del primer lavado contiene 0,9 g de NaOH por litro aproximadamente y puede usarse para preparar el lote posterior de LD.

- 10 La masa marrón resultante muestra un número kappa de 11,9, una viscosidad de 1117 ml/g, una solubilidad S10 de un 3,54 % y una solubilidad S18 de un 2,7 %. La reacción tiene un rendimiento del 39,8 %. Cuando se criba, la muestra tiene un porcentaje de rechazo del 0,4 %, dando como resultado un rendimiento de cribado del 39,4 %. El factor H para la reacción es 333.

La Figura 12 es un gráfico que refleja el pH y las concentraciones de álcali efectivo de la parte neutralizada a partir de varias muestras, indicando la nivelación del contenido en álcali que señala la finalización de la etapa de cocción.

## 15 **Ejemplo 2**

*Procedimiento kraft usando licor blanco en la etapa de neutralización y cocción*

- 20 De acuerdo con un segundo ejemplo, se repite el mismo procedimiento de pasteado como se describe en el ejemplo 1, usando el licor blanco tanto en las fases de neutralización como de cocción. La parte neutralizada tiene un pH de 10,2, y el licor de cocción final tiene una CF de 26,7 g de NaOH por litro. El factor P para la prehidrólisis es 310 y el factor H para la reacción de cocción es 394. Para este ejemplo, la carga de álcali efectivo equivalente total sobre la madera es respectivamente: 12 % de AE como NaOH para la fase de neutralización y 11 % de AE como NaOH para la fase de cocción.

- 25 La masa marrón resultante muestra un número kappa de 10,3, una viscosidad de 988 ml/g, una solubilidad S10 de un 3,6 % y una solubilidad S18 de un 2,7 %. La reacción tiene un rendimiento del 39,3 %. Cuando se criba, la muestra tiene un porcentaje de rechazo del 0,13 %, dando como resultado un rendimiento de cribado del 39,1 %.

## **Ejemplo 3**

*Procedimiento kraft usando ECF 54 en la neutralización y licor blanco en la etapa de cocción respectivamente*

- 30 De acuerdo con un tercer ejemplo, se repite el mismo procedimiento de pasteado como se describe en el ejemplo 1, con la excepción de que se sustituye el licor blanco para la neutralización por un filtrado de la etapa ECF que tiene un AE de 54 g de NaOH por litro ("ECF54"). La parte neutralizada tiene un pH de 8,6, y la mezcla de cocción tiene una CF de 23,5 g de NaOH por litro. El factor P para la prehidrólisis es 300, y el factor H para la reacción de cocción es 364. Para este ejemplo, la carga de álcali efectivo equivalente total sobre la madera es respectivamente: 12 % de AE como NaOH para la fase de neutralización y 11 % de AE como NaOH para la fase de cocción.

- 35 La masa marrón resultante muestra un número kappa de 11,0, una viscosidad de 1059 ml/g, una solubilidad S10 de un 4,0 % y una solubilidad S18 de un 3,1 %. La reacción tiene un rendimiento del 40,3 %. Cuando se criba, la muestra tiene un porcentaje de rechazo del 0,16 %, dando como resultado un rendimiento de cribado del 40,2 %.

## **Ejemplo 4**

*Procedimiento kraft usando ECF54 en la etapa de neutralización y cocción*

- 40 De acuerdo con un cuarto ejemplo, se repite el mismo procedimiento de pasteado como se describe en el ejemplo 1, con la excepción de que ECF54 sustituye al licor blanco tanto en la etapa de neutralización como de cocción. La parte neutralizada tiene un pH de 11,0, y la mezcla de cocción tiene una CF de 18,5 g de NaOH por litro. El factor P para la prehidrólisis es 297 y el factor H para la reacción de cocción es 419. Para este ejemplo, la carga de álcali efectivo equivalente total sobre la madera es respectivamente: 12 % de AE como NaOH para la fase de neutralización y 11 % de AE como NaOH para la fase de cocción.

- 45 La masa marrón resultante muestra un número kappa de 10,8, una viscosidad de 1118 ml/g, una solubilidad S10 de un 4,5 % y una solubilidad S18 de un 3,6 %. La reacción tiene un rendimiento del 40,4 %. Cuando se criba, la muestra tiene un porcentaje de rechazo del 0,09 %, dando como resultado un rendimiento de cribado del 40,3 %.

## **Ejemplo 5**

*Procedimiento kraft usando licor blanco "débil" en la etapa de neutralización y cocción*

- 50 De acuerdo con un quinto ejemplo, se repite el mismo procedimiento de pasteado como se describe en el ejemplo 1, con la excepción de que se usa un licor blanco que tiene un AE de 54 g de NaOH por litro ("LB54") tanto en la etapa de

neutralización como de cocción. La parte neutralizada tiene un pH de 11,3, y la mezcla de cocción tiene una CF de 18,8 g de NaOH por litro. El factor P para la prehidrólisis es 300, y el factor H para la reacción de cocción es 429. Para este ejemplo, la carga de álcali efectivo equivalente total sobre la madera es respectivamente: 12 % de AE como NaOH para la fase de neutralización y 11 % de AE como NaOH para la fase de cocción.

- 5 La masa marrón resultante muestra un número kappa de 11,2, una viscosidad de 1158 ml/g, una solubilidad S10 de un 3,7 % y una solubilidad S18 de un 3,1 %. La reacción tiene un rendimiento del 40,2 %. Cuando se criba, la muestra tiene un porcentaje de rechazo del 0,12 %, dando como resultado un rendimiento de cribado del 40,0 %.

10 La comparación de la solubilidad S18 en los ejemplos 2 y 5 sugiere que una concentración de álcali más alta puede ayudar a suprimir el redépósito de la hemicelulosa en la etapa de cocción. La comparación de los resultados en los ejemplos 3, 4 y 5 sugiere que el uso del filtrado de ECF tiene un impacto negativo sobre el contenido en hemicelulosa del producto final. Para reducir adicionalmente el contenido en hemicelulosa mientras se maximiza la utilización de filtrados ECF, se realizan los siguientes experimentos.

### Ejemplo 6

*Procedimiento kraft usando ECF60 en la etapa de neutralización y cocción*

- 15 De acuerdo con un sexto ejemplo, se repite el mismo procedimiento de pasteado como se describe en el ejemplo 1, con la excepción de que un filtrado de ECF que tiene un AE de 60 g de NaOH por litro ("ECF60") sustituye al licor blanco tanto en la etapa de neutralización como de cocción. Se disminuye la temperatura de cocción desde 160 a 155 °C a causa de la carga de álcali más alta en la fase de cocción, pero el tiempo de cocción se incrementa de manera correspondiente. La parte neutralizada tiene un pH de 11,2, y la mezcla de cocción tiene una CF de 24,5 g de NaOH por litro. El factor P para la prehidrólisis es 272, y el factor H para la reacción de cocción es 389. Para este ejemplo, la carga de álcali efectivo equivalente total sobre la madera es respectivamente: 12 % de AE como NaOH para la fase de neutralización y 12,5 % de AE como NaOH para la fase de cocción.

25 La masa marrón resultante muestra un número kappa de 11,4, una viscosidad de 1155 ml/g, una solubilidad S10 de un 4,6 % y una solubilidad S18 de un 3,6 %. La reacción tiene un rendimiento del 40,7 %. Cuando se criba, la muestra tiene un porcentaje de rechazo del 0,07 %, dando como resultado un rendimiento de cribado del 40,6 %. Mientras que ECF60 permite reducir la temperatura de cocción en 5 °C, el tiempo de cocción y la carga de álcali para la cocción se alargan y el contenido en hemicelulosa en la masa marrón no se reduce en comparación como cuando se usa ECF54.

### Ejemplo 7

30 *Procedimiento kraft usando ECF60 en la neutralización y una combinación de ECF60 y LNC40 en la etapa de cocción respectivamente*

De acuerdo con un séptimo ejemplo, se repite el mismo procedimiento de pasteado como se describe en el ejemplo 6, con la excepción de que se usa un licor negro caliente más altamente concentrada que tiene un AE de 40,0 g por litro ("LNC40") en la etapa de cocción. En este ejemplo la carga de álcali total en la etapa de cocción incrementó hasta un 13,0 % debido al uso de un licor negro más altamente concentrado (LNC40) como una porción del licor de cocción.

- 35 Además, mientras la temperatura de cocción también está en 155 °C como en el ejemplo 6, el tiempo de cocción es más corto que y comparable con el tiempo de cocción en los ejemplos 2 - 5 donde la cocción se realiza a 160 °C. Como consecuencia, el factor H para la reacción de cocción es más bajo en 377. La parte neutralizada tiene un AE de 3,1 g de NaOH por litro, y la mezcla de cocción tiene una CF 29,5 g de NaOH por litro. El factor P para la prehidrólisis es 301. Para este ejemplo, la carga de álcali efectivo equivalente total sobre la madera es respectivamente: 12 % de AE como NaOH para la fase de neutralización y 13 % de AE como NaOH para la fase de cocción.

45 La masa marrón resultante muestra un número kappa de 10,3, una viscosidad de 1107 ml/g, una solubilidad S10 de un 4,1 % y una solubilidad S18 de un 3,1 %. La reacción tiene un rendimiento del 40,1 %. Cuando se criba, la muestra tiene un porcentaje de rechazo del 0,09 %, dando como resultado un rendimiento de cribado del 40,0 %. En comparación con el ejemplo 6, se observa un contenido en hemicelulosa más bajo como se evidencia por la solubilidad S18. Por tanto, el uso de una concentración de álcali más alta y una combinación de fluidos alcalinos en la etapa de cocción parece dar como resultado un contenido en hemicelulosa reducido.

### Ejemplo 8

*Procedimiento kraft usando un ECF70 en la etapa de neutralización y cocción*

- 50 De acuerdo con un octavo ejemplo, se repite el mismo procedimiento de pasteado como se describe en el ejemplo 7, con la excepción de que se usa un filtrado de ECF que tiene un AE de 70 g de NaOH por litro ("ECF70") etapa de neutralización y una combinación de ECF70 y LNC40 en la etapa de cocción. Además, la carga de álcali efectivo en la fase de cocción es de un 15 %. La parte neutralizada tiene un pH de 11,6, y la mezcla de cocción tiene una CF de 36,1 g de NaOH por litro. El factor P para la prehidrólisis es 304 y el factor H para la reacción de cocción es 301.

La masa marrón resultante muestra un número kappa de 11,0, una viscosidad de 1119 ml/g, una solubilidad S10 de un 4,0 % y una solubilidad S18 de un 2,9 %. La reacción tiene un rendimiento del 40,0 %. Cuando se criba, la muestra tiene un porcentaje de rechazo del 0,13 %, dando como resultado un rendimiento de cribado del 39,9 %. En comparación con los ejemplos 6 y 7, se observa un contenido en hemicelulosa más bajo como se evidencia por la solubilidad S18. Esto refuerza que el uso de una concentración de álcali más alta y una combinación de fluidos alcalinos en la etapa de cocción parece dar como resultado un contenido en hemicelulosa reducido.

### Ejemplo 9

#### *Procedimiento kraft usando impregnado de licor blanco*

De acuerdo con un noveno ejemplo, se repite el mismo procedimiento de pasteado como se describe en el ejemplo 7, con la excepción de que en la etapa de neutralización se sustituye el ECF60 con un primer volumen de un licor blanco que tiene un AE de cerca de 125 g de NaOH por litro en forma de un impregnado de licor blanco, como se describe previamente, estando seguido por el filtrado de ECF (ECF60). La carga de álcali efectivo en la etapa de neutralización se incrementa desde el 12 % al 16 % (4 % a causa del impregnado de licor blanco). Como consecuencia, se reduce la carga de álcali efectivo en la fase de cocción desde el 13 % al 11 %.

La parte neutralizada tiene un AE de 4,5 g de NaOH por litro, y la mezcla de cocción tiene una CF 31,7 g de NaOH por litro. El factor P para la prehidrólisis es 303 y el factor H para la reacción de cocción es 367.

La masa marrón resultante muestra un número kappa de 9,7, una viscosidad de 1103 ml/g, una solubilidad S10 de un 4,0 % y una solubilidad S18 de un 3,0 %. La reacción tiene un rendimiento del 39,9 %. Cuando se criba, la muestra tiene un porcentaje de rechazo del 0,03 %, dando como resultado un rendimiento de cribado del 39,9 %. Se observa un contenido en hemicelulosa más bajo como se evidencia por la solubilidad S18. El grado de deslignificación medido como el número kappa (NK) es más bajo para el mismo nivel de viscosidad (cerca de 1100 ml/g), que indica una mejor selectividad en el procedimiento, como se revela por la proporción entre viscosidad y número kappa.

La comparación de los resultados en los ejemplos 2 a 9 (como se resume en las tablas mostradas en las Figuras 13A-13B) sugiere que el redepósito de la celulosa puede reducirse a través del uso de un impregnado de licor blanco en la etapa de neutralización y del uso de una combinación del filtrado de ECF y licor negro más altamente concentrado en la etapa de cocción. Además, el uso de licor negro caliente más altamente concentrado da como resultado una carga de álcali efectivo más alta, que se desea puesto que esto a menudo conduce a una mejor selectividad en la deslignificación (menor número kappa para el mismo nivel de viscosidad). El uso de un impregnado de licor blanco y una combinación de filtrado de ECF y licor negro caliente más concentrado también puede dar como resultado una temperatura de cocción reducida con efecto no adverso sobre el tiempo de cocción o calidad de la pasta papelera. Se realizan experimentos adicionales a escalas industriales para confirmar los beneficios de la invención.

### Ejemplo 10

#### *Procedimiento kraft a escala industrial con y sin el impregnado de licor blanco*

Se realiza un procedimiento kraft como se describe en general en relación con las Figuras 4 y 5. Se realiza una etapa de neutralización convencional como se ilustra en Figuras 6A y 6B, y se realiza un procedimiento mejorado usando el impregnado de licor blanco como se ilustra en las Figuras 7A - 7C. En el procedimiento mejorado, primero se bombea en el digestor 40 metros cúbicos de licor blanco que tiene un nivel de álcali efectivo (AE) de 110 g de NaOH por litro ("LB110") a una velocidad de 180 m<sup>3</sup>/hora al comienzo de la etapa de neutralización (un periodo de llenado de 13 minutos), seguido por 72,9 metros cúbicos de filtrado de ECF con un nivel de (AE) de 60 gramos NaOH por litro aproximadamente. La concentración del filtrado de ECF del procedimiento de lavado ECF (p. ej., procedimiento 424 en la Figura 4) se ajustó en este caso desde 53 - 55 gramos de NaOH por litro a 60 gramos de NaOH por litro por adición de licor blanco concentrado, un procedimiento al que puede hacerse referencia como enriquecimiento con licor blanco. Después de la etapa de neutralización, y siguiendo la secuencia de operaciones del digestor industrial descrito con referencia a la Figura 10, para desplazar el licor de neutralización consumido se añaden primero un volumen de licor negro caliente con un nivel de álcali efectivo (AE) de 45 gramos de NaOH por litro ("LNC45") aproximadamente y, a continuación, un volumen de filtrado alcalino de ECF con un nivel de álcali efectivo (AE) de 60 gramos de NaOH por litro. A continuación, se cocinan las astillas de madera a una temperatura de 150 - 153 °C aproximadamente para conseguir el factor H objetivo. Se realizaron pequeños ajustes en las condiciones de cocción para conseguir una viscosidad objetivo.

Las condiciones experimentales varias y la calidad de la pasta papelera resultante se resumen a continuación en la tabla 1 siguiente:

Tabla 1

Entrada	Condiciones de cocción					Calidad de la pasta papelera		
	¿Impregnado de LB usado?	Conc. filtrado de ECF (g de NaOH/l)	Conc. LNC (g de NaOH/l)	Factor H	Temp. (°C) de cocción	N.º kappa	Viscosidad	S18 después de cocción
1	No	62,6	45	200	153	10,7	1013	3,6
2	No	63,4	45	200	151	10,2	1028	3,7
3	Sí	67,7	45	200	151	8,5	921	2,9
4	Sí	63,5	45	175	151	8,5	942	3,1
5	Sí	62,2	45	150	151	8,8	1025	3,1
6	Sí	63,7	45	125	151	11,2	1074	3,2
7	Sí	63,4	45	150	152	9,9	953	3,0
8	Sí	61,0	45	140	152	10,5	1031	2,7
9	Sí	61,8	45	125	152	10,4	1033	3,0
10	Sí	58,6	45	125	150	10,6	1031	3,0

Como se ilustra por los resultados anteriores, el uso del impregnado de licor blanco antes de la adición de filtrado de ECF en la etapa de neutralización da como resultado el redépósito de hemicelulosa reducida sobre las fibras, como se evidencia por la solubilidad S18 más baja en la pasta papelera resultante (por comparación de las entradas 1-2 con las entradas 3-10 en la tabla 1). Con y sin el impregnado de licor, la solubilidad S18 permanece en un 3,6 % o por encima El uso de un impregnado de licor blanco, opcionalmente con filtrado de ECF y licor negro, así como enriquecimiento de licor blanco durante la neutralización y cocción, posibilita conseguir simultáneamente una solubilidad S18 del 3,0 % aproximadamente o menos con un número kappa de alrededor de entre 10 y 11 (aunque más ampliamente el valor de número kappa puede variar entre cerca de 8 y 12 dependiendo de parámetros del procedimiento) y, en general, proporciona un producto de pasta papelera de calidad más alta en comparación con técnicas convencionales.

La Figura 14 es un gráfico de S18 frente al número kappa para un procedimiento de acuerdo con una realización como se da a conocer en el presente documento, en función de cantidades usadas para un método industrial (similar a las cantidades descritas con respecto a los procedimientos de cocción explicados en conexión con las Figuras 6 - 9). Como se muestra en la Figura 14, mediante la línea 1405 se ilustra el valor de S18 (en porcentaje) y el número kappa para un procedimiento de cocción convencional, mientras que por la línea 1410 se muestra los valores de S18 y número kappa para un procedimiento que usa el impregnado de licor blanco como se detalla en el presente documento. Los valores cuando se usa el impregnado de licor blanco son superiores. En particular, el procedimiento en función de las realizaciones dadas a conocer en el presente documento puede generar un valor de S18 en el rango de 3,0, indicando un contenido en hemicelulosa residual bajo.

Los valores del número kappa y solubilidad proporcionados anteriormente representan características de poscocción de la masa marrón, antes de la extracción cáustica en frío y blanqueamiento corriente abajo. Antes de que se realice la extracción cáustica en frío convencional, en general, el número kappa se reducirá de 7 a 9 aproximadamente, y la solubilidad S18 puede estar por debajo de 1,7 % y puede alcanzarse el rango de 1,5 %. Estos valores representan una pasta papelera altamente purificada con un contenido en celulosa alfa de 97,5 % aproximadamente antes de blanquear, y que tiene características de viscosidad favorables, conseguidas de una manera que es eficiente y de coste más bajo que los procedimientos convencionales para realizar un procesamiento de pasta papelera de alta calidad.

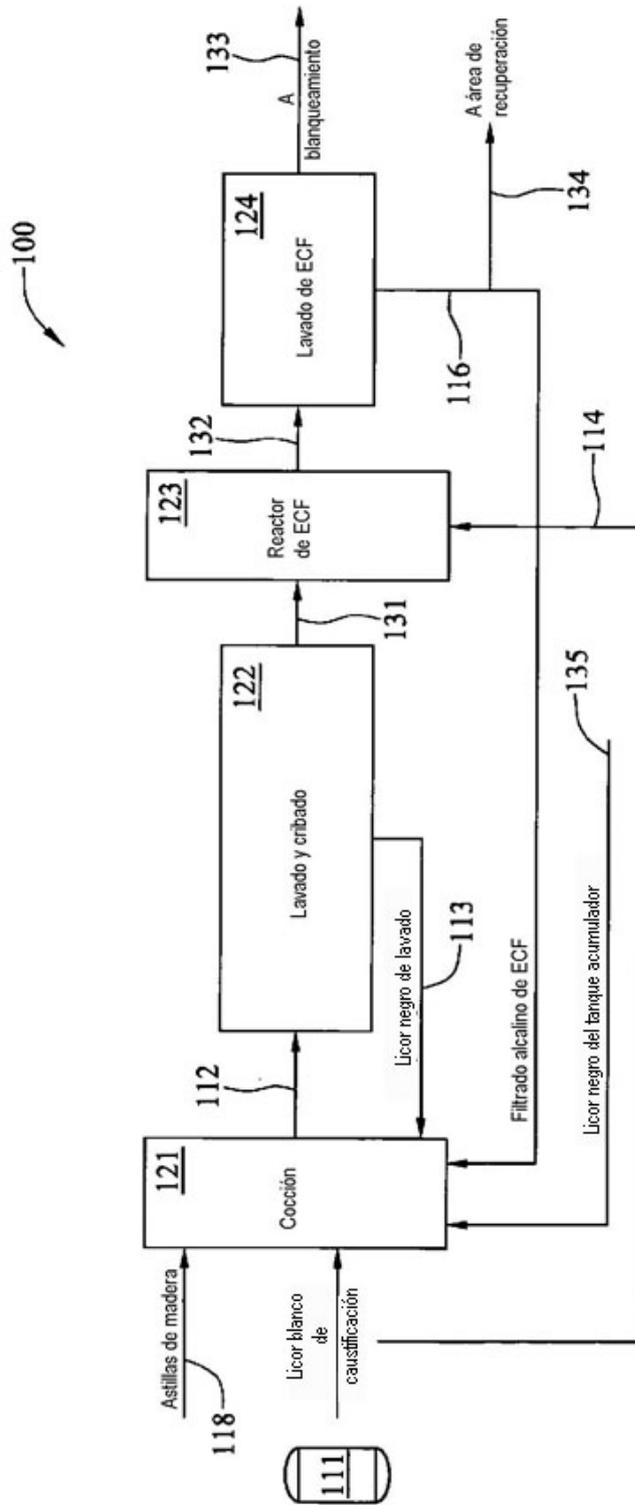
Además, el uso de un impregnado de licor blanco como se describe en el presente documento puede evitar o reducir el choque de pH durante la etapa de neutralización dado que cuando el licor de filtrado de ECF rica en hemicelulosas se encuentra con las astillas, ellas ya estarán neutralizadas por el licor blanco. En general, el impregnado de licor blanco incrementa el pH de las astillas de madera u otro material orgánico similar cuando se absorbe en los huecos de las astillas. El impregnado de licor blanco eleva el pH de las astillas u otro material similar después de la etapa de prehidrólisis pero antes de que el licor de filtrado de ECF enriquecida con hemicelulosa se encuentre primero con las astillas. Mediante este efecto, se evita o minimiza el choque de pH y las hemicelulosas del filtrado de ECF estarán en la solución en lugar de ser reabsorbidas o depositadas en la pasta papelera. A su vez, esto incrementa la pureza de la masa marrón de la pasta papelera y, en definitiva, conduce a un producto final de pureza más alta.

Mientras que en el presente documento se han descrito realizaciones preferentes de la invención, son posibles muchas variaciones que permanezcan dentro del concepto y ámbito de la invención. Dichas variaciones se volverán

claras para un experto en la técnica después de la inspección de la memoria descriptiva y los dibujos. Por tanto, la invención no ha de ser restringida excepto dentro del alcance de cualquiera de las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para procesar material orgánico que contiene pasta papelera que ha sido sometido a prehidrólisis en un recipiente de reacción, en el que la prehidrólisis comprende calentar el material orgánico que contiene pasta papelera, como parte de un procedimiento kraft para producir pasta papelera soluble, que comprende:
  - 5 añadir una primera cantidad de licor blanco (1015) al recipiente de reacción como un primer fluido de neutralización para llenar solo parcialmente el recipiente de reacción con el licor blanco, en el que el fluido de neutralización se añade a una temperatura de entre 120 °C y 160 °C; después de añadir la primera cantidad de licor blanco, añadir una solución alcalina que comprende un filtrado alcalino de extracción cáustica en frío (1016) al recipiente de reacción para constituir un fluido de neutralización completo;
  - 10 desplazar el fluido de neutralización con un fluido de cocción (1017, 1019) adecuado para llevar a cabo la cocción kraft; cocer (1050) el material orgánico que contiene pasta papelera en el recipiente de reacción; y descargar la pasta papelera cocida del recipiente de reacción.
- 15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el licor blanco (1015) tiene un nivel de álcali efectivo de entre 100 y 130 gramos de NaOH por litro.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el fluido de cocción comprende un filtrado alcalino de extracción cáustica en frío (1016) como un sustituto de licor blanco.
- 20 4. El procedimiento de la reivindicación 1 o reivindicación 3, en el que filtrado alcalino de extracción cáustica en frío (1016) tiene un nivel de álcali efectivo de entre 50 y 75 gramos de NaOH por litro.
5. El procedimiento de la reivindicación 1 o reivindicación 3, en el que filtrado alcalino de extracción cáustica en frío (1016) tiene un nivel de álcali efectivo de entre 60 y 68 gramos de NaOH por litro.
6. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que se enriquece el filtrado alcalino de extracción cáustica en frío (1016) con licor blanco para incrementar su concentración de álcali efectivo.
- 25 7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que se usa un licor negro caliente (1017) como uno de los fluidos de cocción en la etapa de cocción (1015) conjuntamente con un filtrado alcalino de extracción cáustica en frío.
8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que el licor negro caliente (1017) tiene un nivel de álcali efectivo de entre 38 y 50 gramos de NaOH por litro.
9. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que el licor negro caliente (1017) tiene un nivel de álcali efectivo de entre 40 y 45 gramos de NaOH por litro.
- 30 10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que se enriquece el licor negro caliente (1017) con licor blanco (1019) para incrementar su concentración de álcali efectivo.
11. El procedimiento de la reivindicación 1, que adicionalmente comprende la etapa de someter la pasta papelera de cocción a extracción cáustica en frío, después de la que se genera una pasta papelera purificada que tiene un contenido alfa que supera el 97 %.
- 35 12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que la pasta papelera purificada tiene un número kappa de entre 7 y 9.
13. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la primera cantidad de licor blanco (1015) proporciona al menos un 10 % de una carga de álcali efectivo total aplicada en la fase de neutralización (1030).
- 40 14. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la primera cantidad de licor blanco (1015) proporciona entre el 13 % y 25 % de una carga de álcali efectivo total aplicada en la fase de neutralización (1030).
15. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el licor blanco (1015) añadido al digestor como fluido de neutralización eleva un nivel de pH dentro del digestor y reduce el choque de pH de añadir la solución alcalina que comprende un filtrado alcalino de extracción cáustica en frío (1016) cuando se completa el fluido de neutralización.
- 45 16. El procedimiento de la reivindicación 1, en que el material orgánico que contiene pasta papelera está derivado de madera dura.
17. El procedimiento de la reivindicación 1, en que el material orgánico que contiene pasta papelera es de una especie de Eucalyptus.



**FIG. 1**  
(Técnica anterior)

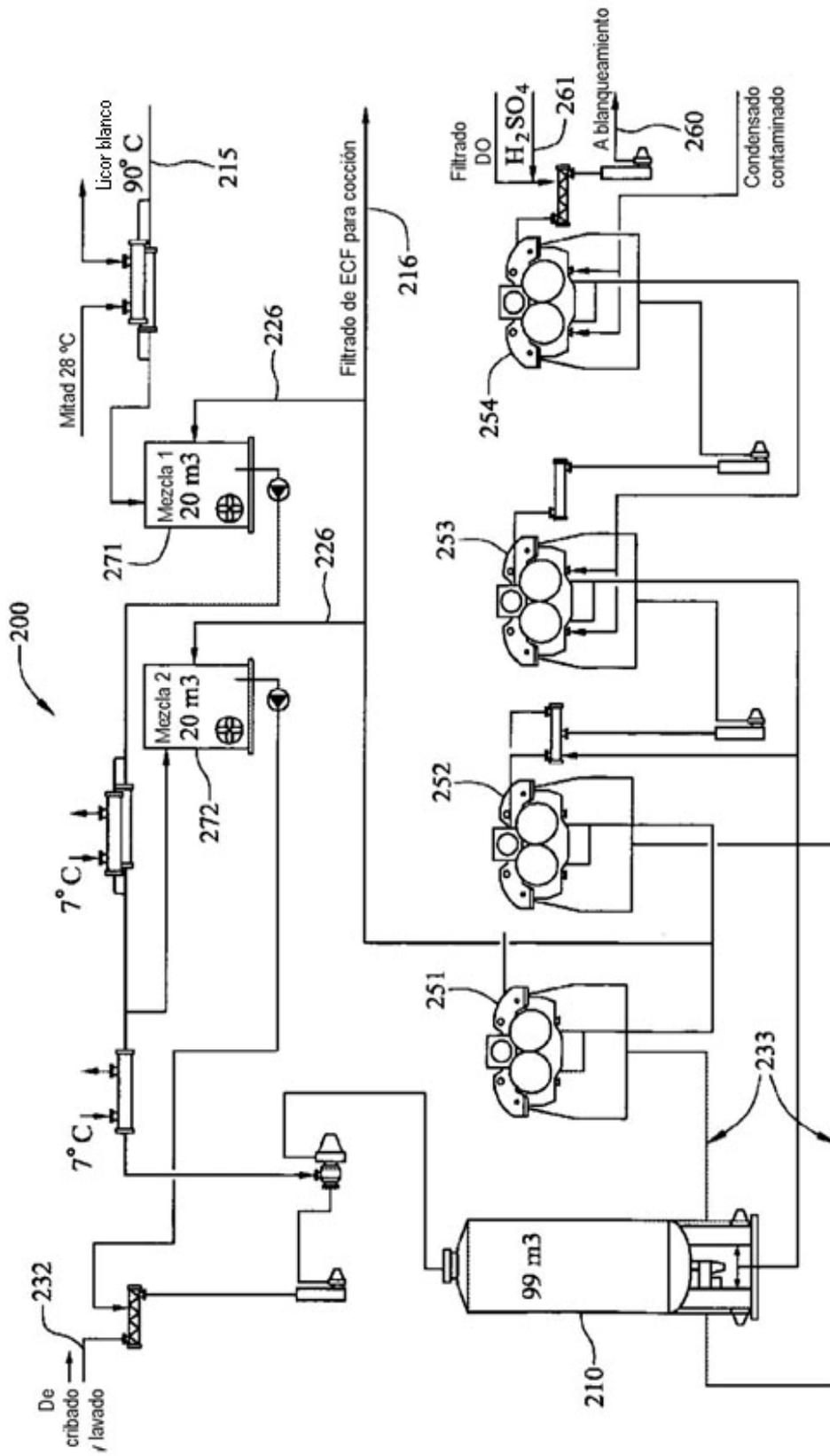


FIG. 2

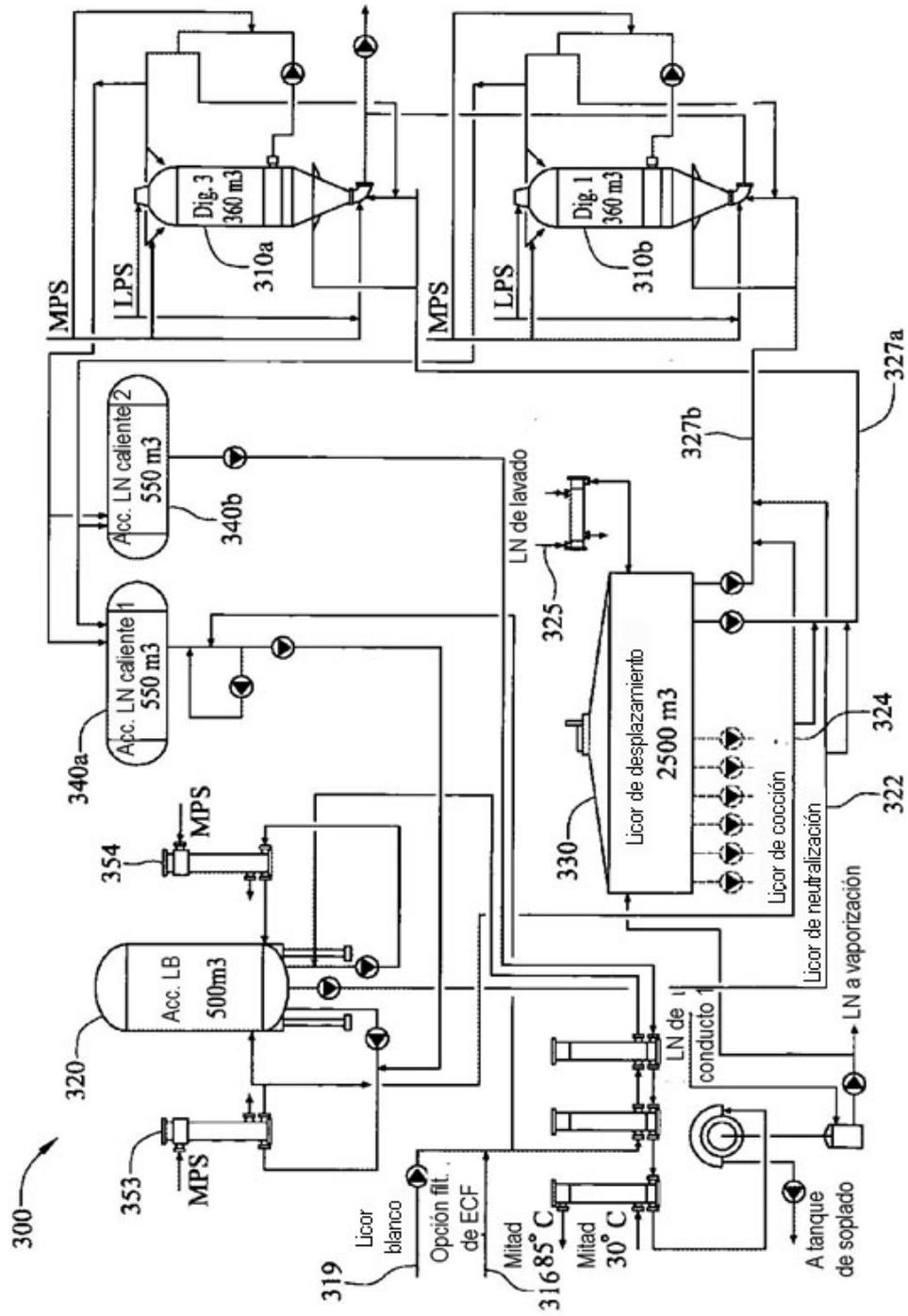


FIG. 3

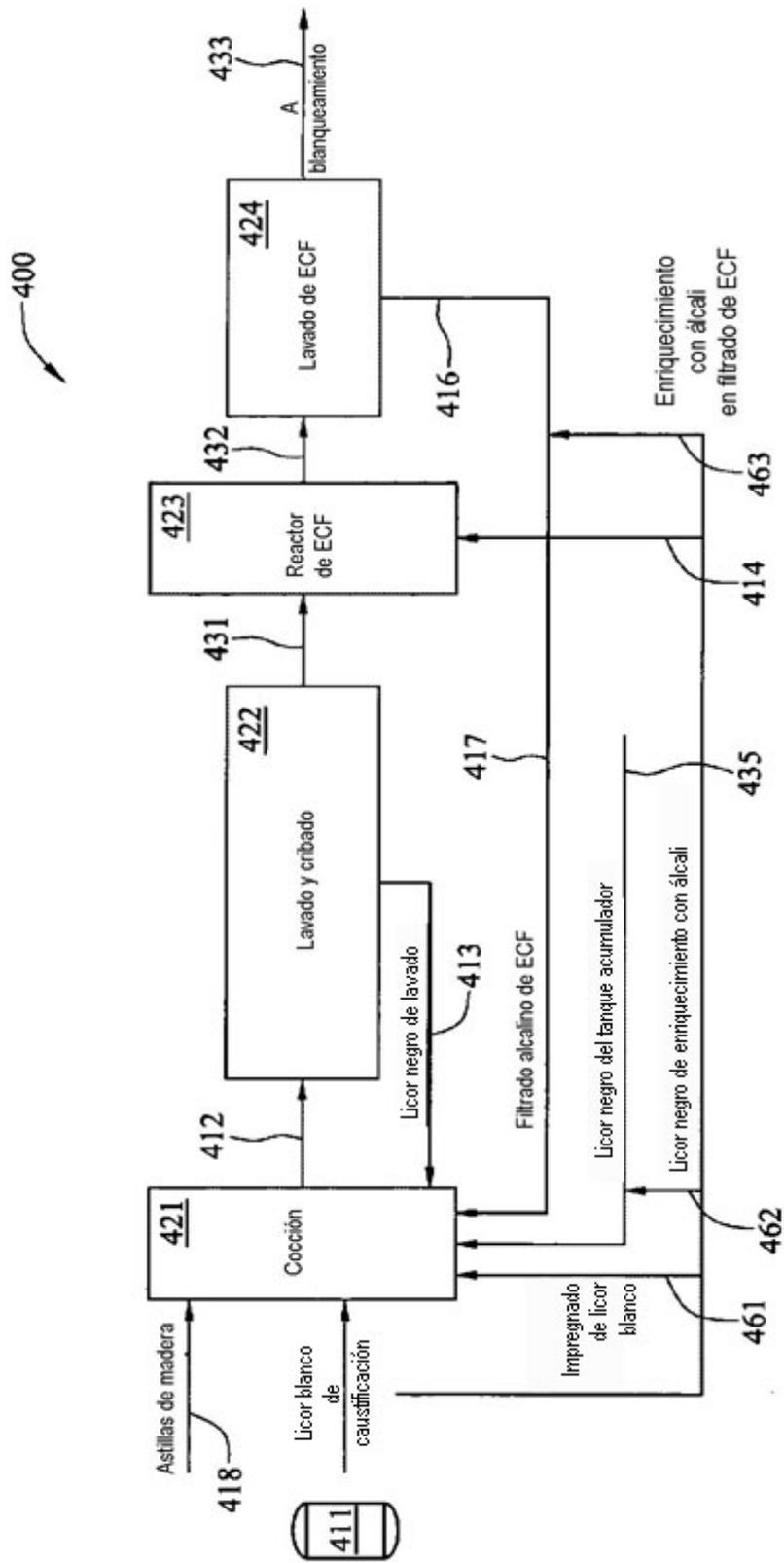


FIG. 4

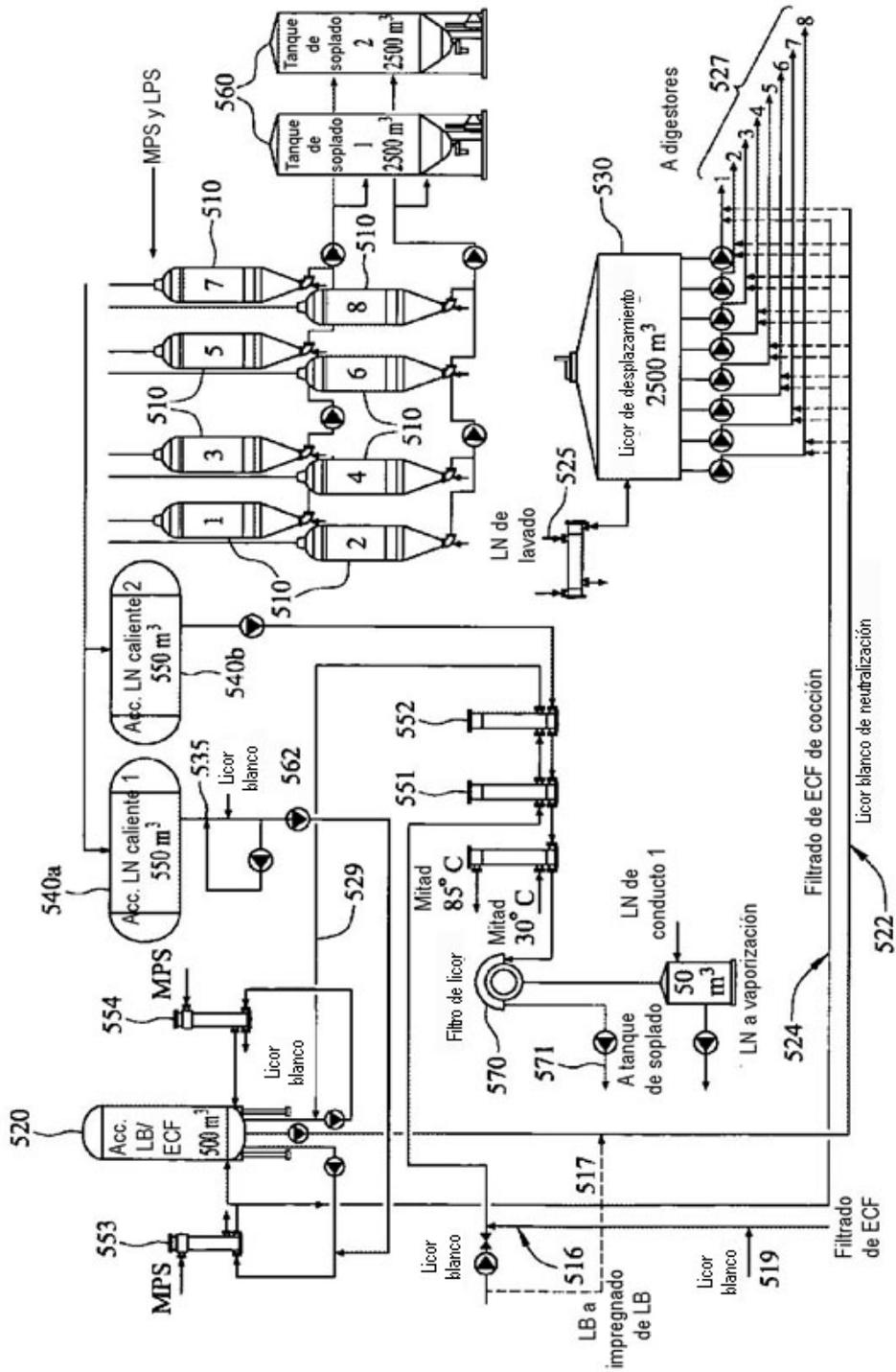


FIG. 5

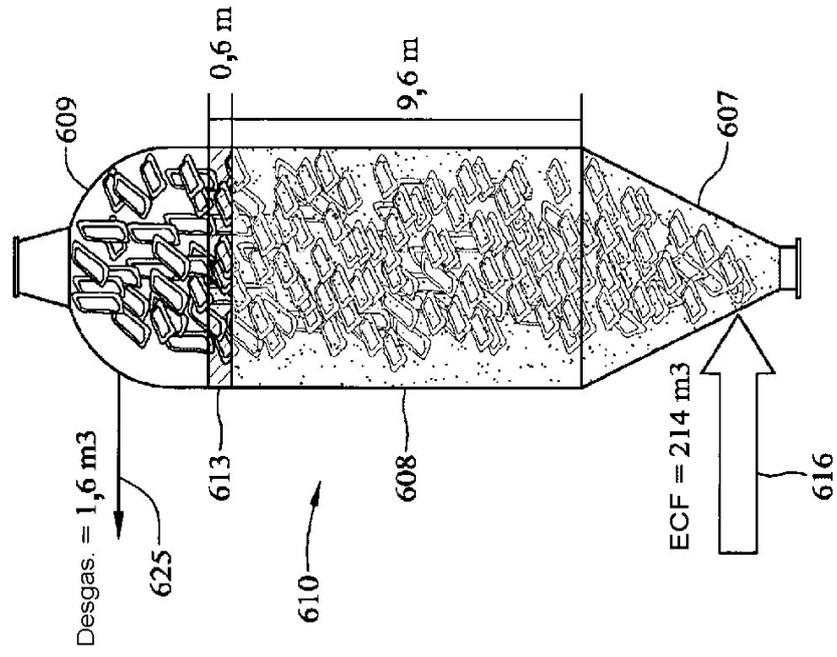


FIG. 6B

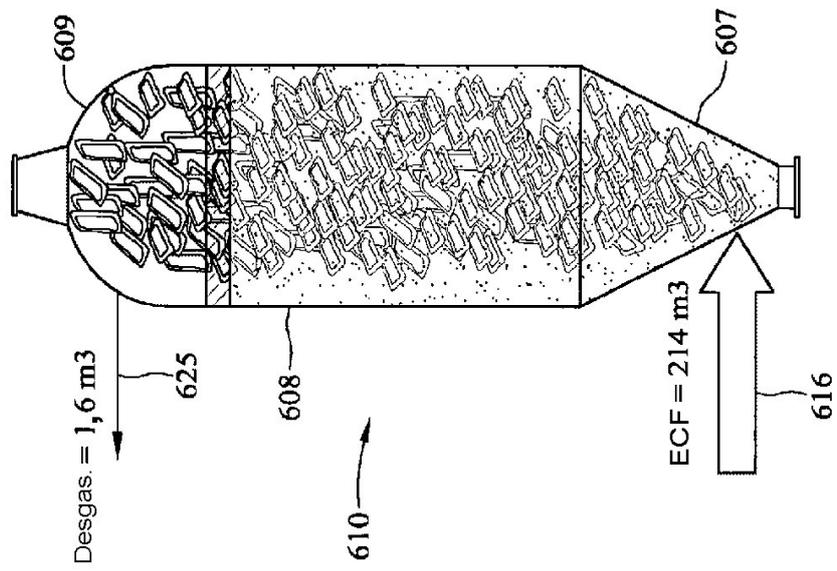


FIG. 6A

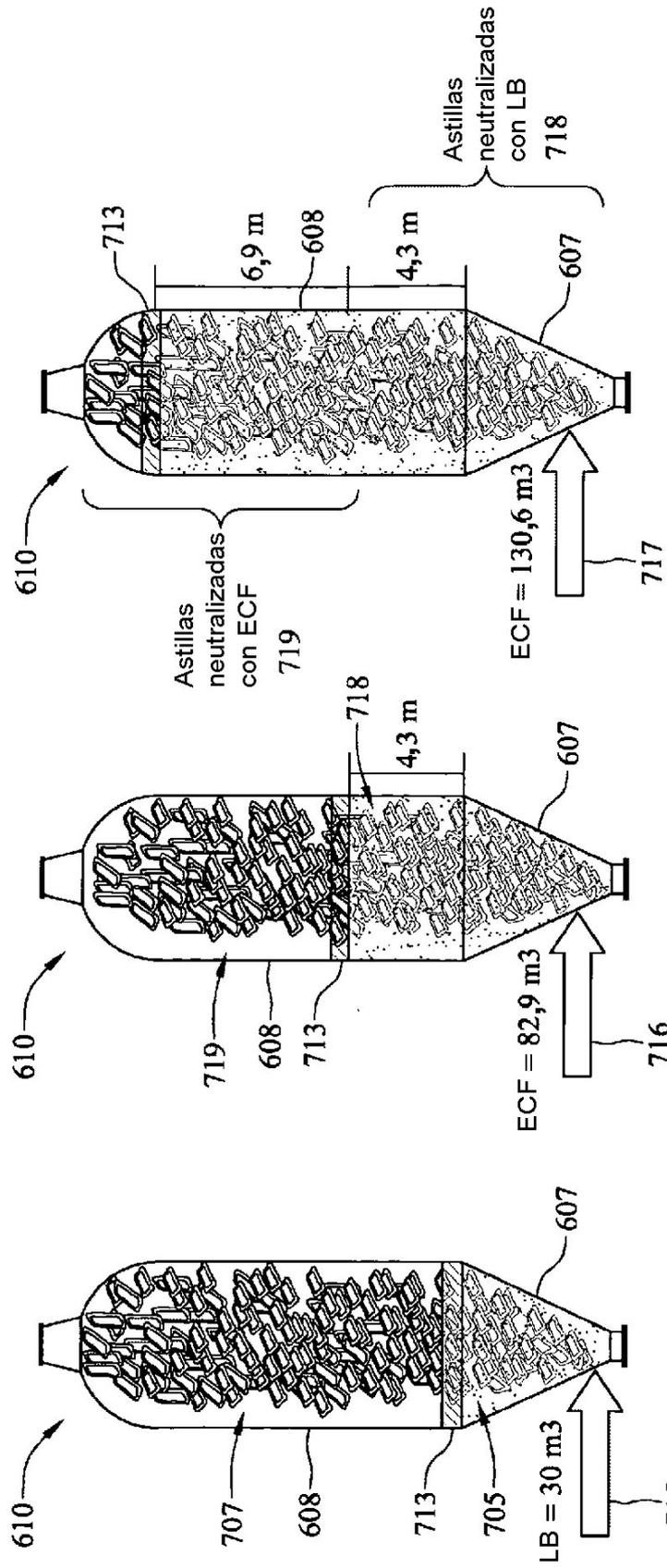


FIG. 7A

FIG. 7B

FIG. 7C

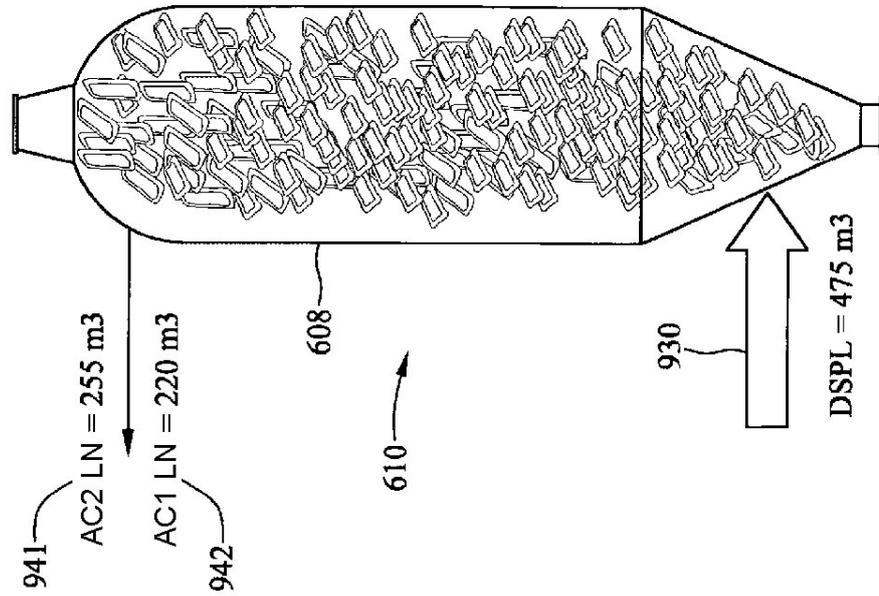


FIG. 9

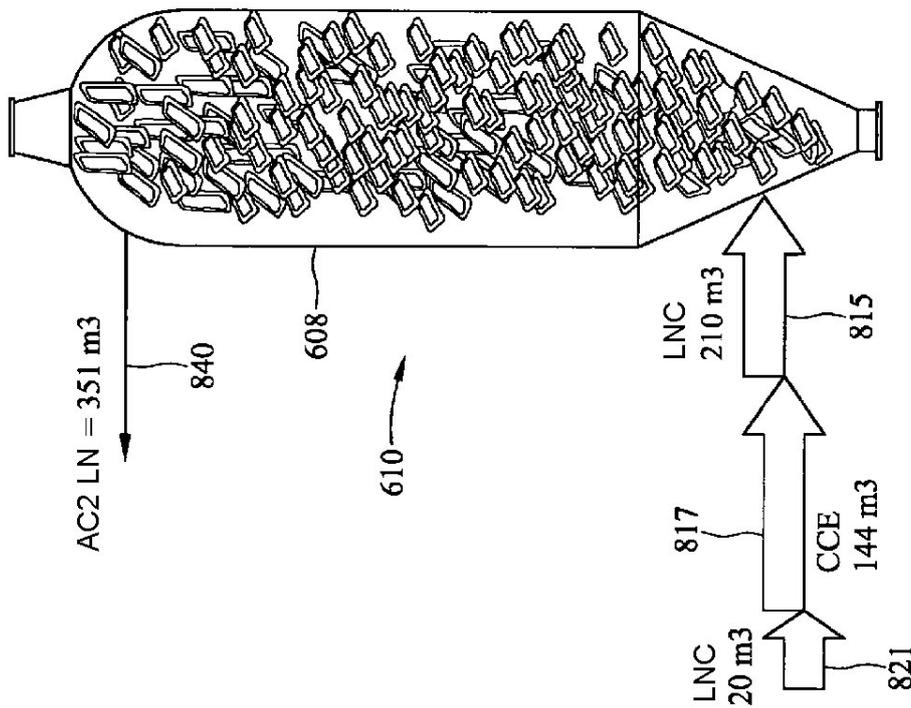


FIG. 8

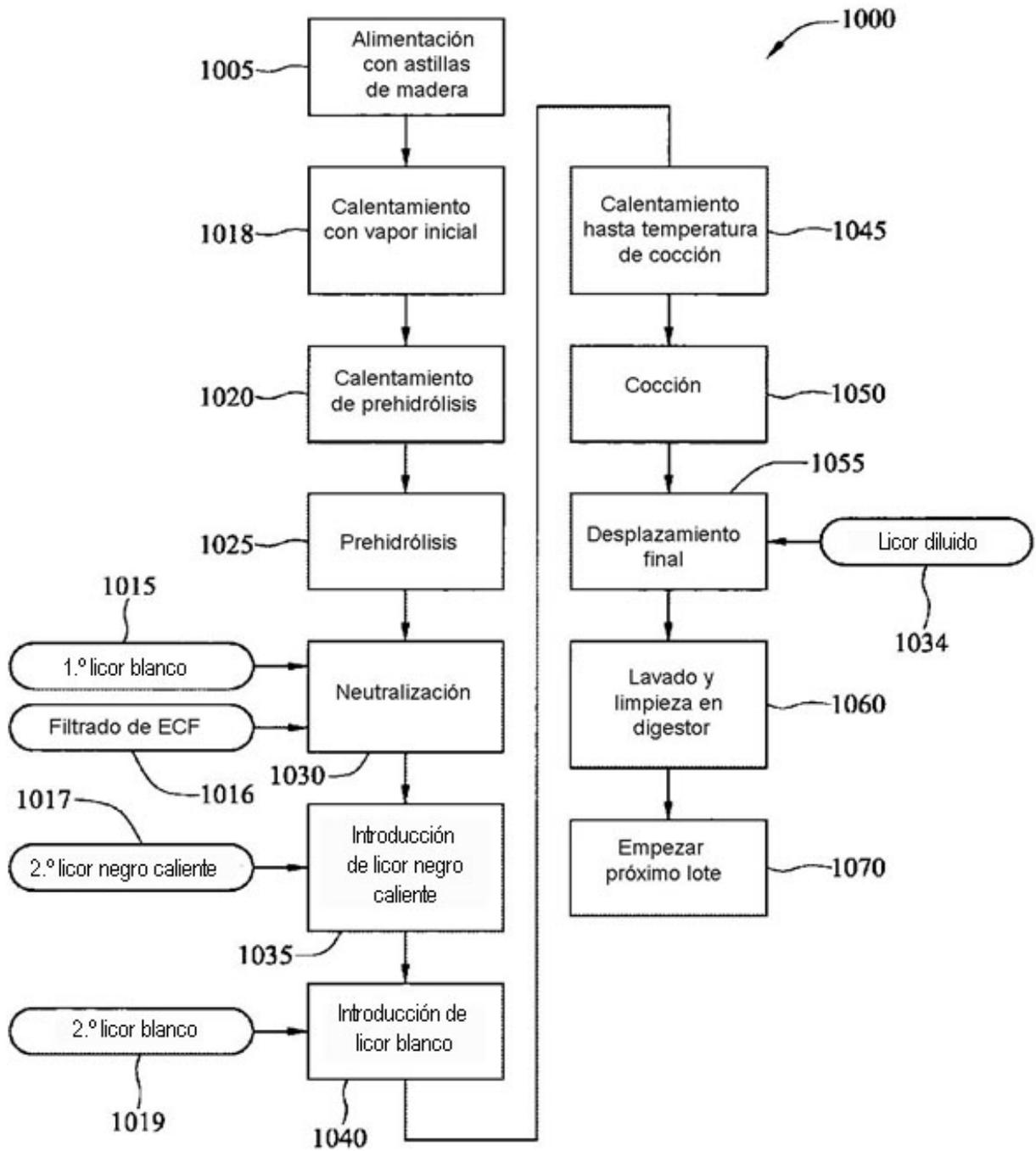


FIG. 10

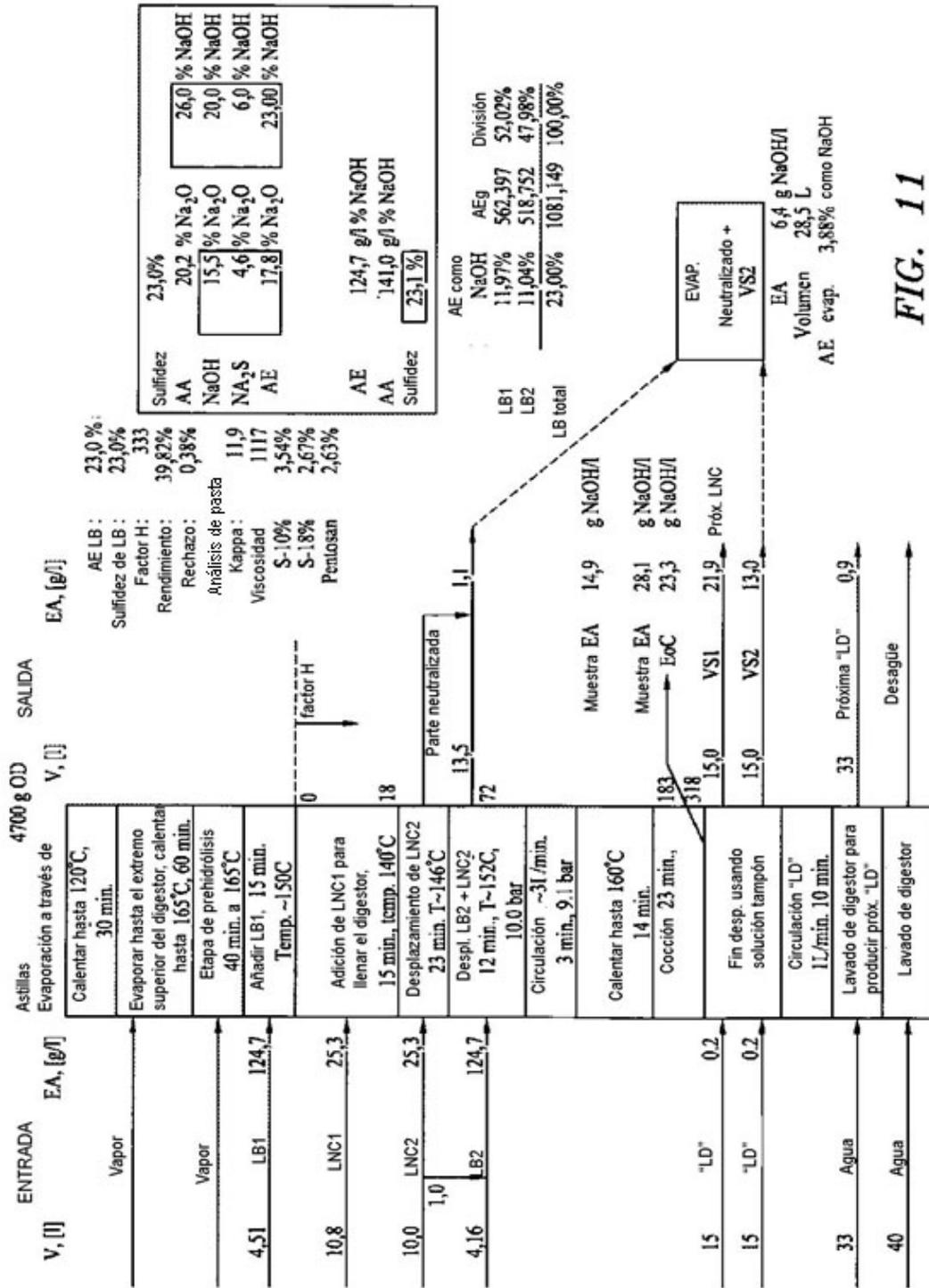
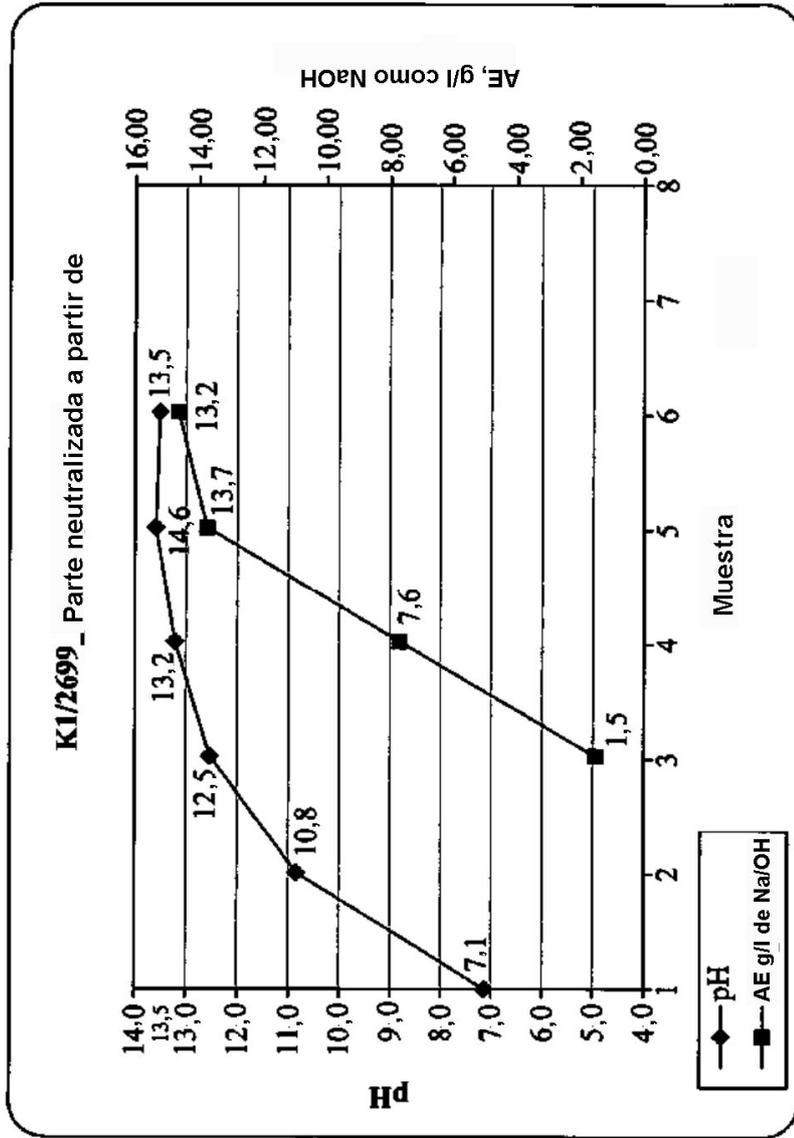


FIG. 11



**FIG. 12**

Cocción	Factor H	Cocimiento temp. C	pH-temp. C	Calentar hasta 120o.c. min	Calentar hasta 165o.c. min	Tiempo en pH-temp., min	Tiempo total min	Neutral, LB %AE NaOH	Neutral temp. C	Neutral pH/g/l	Carga de LB %AE NaOH	CF res. g de AE NaOH	Observaciones
K1/2709	394	160	165	30	60	40	130	12,0	154	10,2	11,0	26,7	LB/LB
K1/2710	364	160	165	30	60	40	130	12,0	153	8,6	11,0	23,5	ECF 54/LB
K1/2712	419	160	165	30	60	40	130	12,0	152	11,0	11,0	18,5	ECF 54/ECF 54
K1/2713	429	160	165	30	60	40	130	12,0	151	11,3	11,0	18,8	LB 54/LB 54
K1/2717	389	155	165	30	60	40	130	12,0	153	11,2	12,5	24,5	ECF 60/ECF 60
K1/2721	377	155	165	30	60	40	130	12,0	151	3,1 g/l	13,0	29,5	ECF 60/ECF 60 13% de AE alto en LNC
K1/2722	301	155	165	30	60	40	130	12,0	151	11,6	15,0	36,1	ECF 70/ECF 70 15% de AE
K1/2723	367	155	165	30	60	40	130	4 + 12	151	4,5 g/l	11,0	31,7	ECF 60 + impregnado de LB/ECF 60 11% de AE alto en LNC

FIG. 13A

Cocción	kappa	Viscosidad milg	V/K proporción	Rendimiento %	Rechazo %	Rendimiento de crib. %	Solubilidad	Solubilidad	Factor P	Observaciones
K1/2709	10,3	988	96	39,3	0,13	39,1	3,6	S18, %	310	LB/LB
K1/2710	11,0	1059	96	40,3	0,16	40,2	4,0	2,7	300	ECF 54/LB
K1/2712	10,8	1118	104	40,4	0,09	40,3	4,5	3,1	297	ECF 54/ECF 54
K1/2713	11,2	1158	103	40,2	0,12	40,0	3,7	3,6	300	LB 54/LB 54
K1/2717	11,4	1155	101	40,7	0,07	40,6	4,6	3,1	272	ECF 60/ECF 60
K1/2721	10,3	1107	107	40,1	0,09	40,0	4,1	3,0	301	ECF 60/ECF 60 13% de AE alto en LNC
K1/2722	11,0	1119	102	40,0	0,13	39,9	4,0	2,9	304	ECF 70/ECF 70 15% de AE
K1/2723	9,7	1103	114	39,9	0,03	39,9	4,0	3,0	303	ECF 60 + impregnado de LB/ECF 60 11% de AE alto en LNC

FIG. 13B<sub>4</sub>

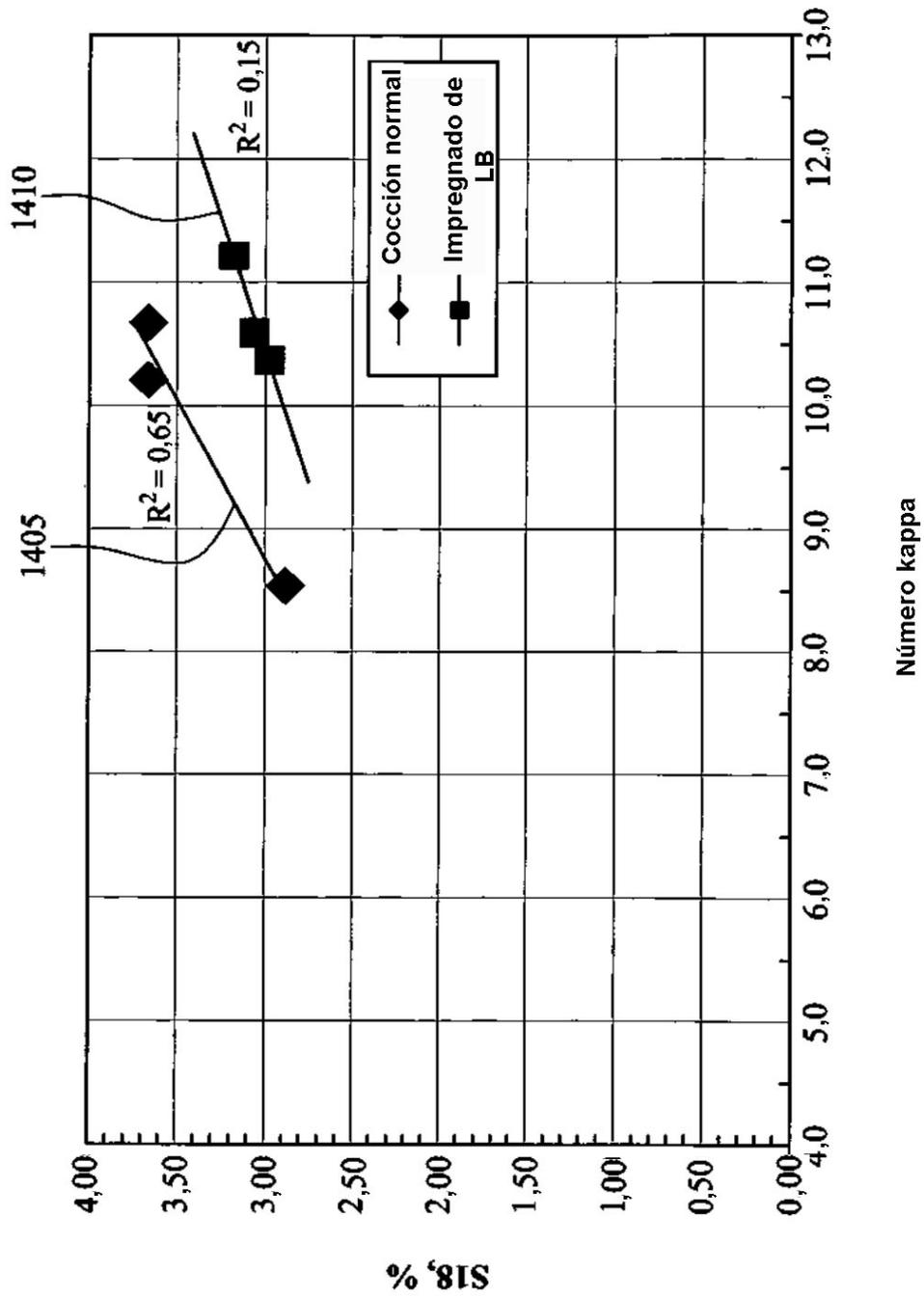


FIG. 14