

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 034**

51 Int. Cl.:

**D21F 5/02** (2006.01)

**D21F 5/20** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2008** **E 08875831 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2012** **EP 2356281**

54 Título: **Máquina para el secado de papel tisú provista de un sistema de cogeneración**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.03.2013**

73 Titular/es:

**L.C. PAPER 1881, S. A. (100.0%)**  
**Ctra N-260 km. 62**  
**17850 Beuda, Girona, ES**

72 Inventor/es:

**VILA SIMON, JOAN**

74 Agente/Representante:

**PONTI SALES, Adelaida**

ES 2 399 034 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

Máquina para el secado de papel tisú provista de un sistema de cogeneración

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a una máquina para el secado de papel tisú, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 **[0002]** En la industria papelera son conocidas máquinas para el secado de papel tisú provistas de una campana que insufla aire caliente a gran velocidad contra el papel tisú, y un cilindro secador rotativo llamado Yankee cubierto parcialmente por dicha campana. El papel tisú se seca gracias a la combinación del cilindro secador que transmite calor por contacto y la campana que seca por calor y transferencia de masa.

- 15 **[0003]** Generalmente, las máquinas para el secado del papel tisú comprenden campanas que operan con aire a temperaturas de 300, 400 y 500°C. Más recientemente, se construyen campanas que trabajan a 650 y 700°C, pero presentan problemas de dilatación de los materiales, por lo que los constructores de dichas campanas utilizan materiales y sistemas de construcción desarrollados con modelos de elementos finitos. Las velocidades del aire insuflado pueden alcanzar valores de 90 a 160 m/s.

- 20 **[0004]** La campana debe estar situada muy cerca del cilindro secador y del papel, quedando a una distancia de una pulgada aproximadamente. No obstante, la campana debe tener un mecanismo de separación cuando no hay papel, para evitar que el aire se dirija contra el cilindro puesto que ello sería peligroso, asimismo el mecanismo de separación permite el acceso a un operario para su mantenimiento.

- 25 **[0005]** La campana está dividida en dos partes, denominadas respectivamente parte húmeda y parte seca, de modo que el papel tisú pasa primero por la parte húmeda y a continuación por la parte seca de la campana.

- 30 **[0006]** La división de la campana se realiza según el eje del cilindro, por que ambas partes húmeda y seca son simétricas. En la parte húmeda de la campana el rendimiento es más alto y se extrae más agua, por lo que no parece adecuado tener una campana simétrica. No obstante, en el mercado se fabrican campanas simétricas por cuestiones de recambios, disminuyendo así los costes.

- 35 **[0007]** Cada parte de la campana tiene su propio circuito de aire, de manera que cada circuito comprende un ventilador motorizado que insufla aire, el cual es calentado mediante unos medios de calentamiento antes de entrar en la correspondiente parte de la campana. Dichos medios de calentamiento del aire insuflado pueden ser de diferente tipo, tales como radiadores de vapor, radiadores de aceite térmico, o más habitualmente quemadores de gas en vena de aire. En el caso de los quemadores de gas, cada uno recibe una mezcla de un gas combustible, por ejemplo gas natural, y aire para alimentar la llama del quemador.

- 40 **[0008]** La campana extrae agua evaporada del papel. Este vapor se concentra en el aire de circulación por lo que debe purgarse una cantidad de aire al exterior. Para compensarlo debe entrar aire fresco del exterior. La campana incluye respectivamente una entrada de suministro de aire para la parte húmeda y una entrada de suministro de aire para la parte seca. La parte de la campana sobre el cilindro Yankee comprende en su superficie externa una pluralidad de aberturas que se comunican con el interior de la campana. Unas aberturas dejan paso al aire soplado y otras recuperan el aire húmedo.

- 45 **[0009]** En funcionamiento, la banda de tisú mojada entra en la máquina secadora adhiriéndose sobre la superficie del cilindro Yankee para su secado, a su vez el aire caliente penetra en la campana hasta ser aplicado contra el cilindro para entrar en contacto con la banda de tisú mojada. De este modo, a medida que va girando el cilindro la banda de tisú se va secando, pasando primero bajo la parte húmeda de la campana y a continuación bajo la parte seca de la misma.

- 50 **[0010]** De ambas partes de la campana, húmeda y seca, se extrae una porción de aire, el exhausto, para evitar que el aire del circuito tenga una humedad del 100%. Hasta ahora, se conocen para ello dos prácticas; una práctica consiste en extraer la purga de aire de ambas campanas húmeda y seca y enviarla a un recuperador de calor, y otra práctica consiste en hacer una circulación de la purga desde la campana seca, donde el aire tiene menos contenido de humedad, hacia la campana húmeda, y desde ahí conducirla hacia el exterior. Esto se realiza de este modo porque las dos partes de la campana son simétricas.

- 55 **[0011]** Hasta hoy no resulta factible que una fábrica de papel tisú utilice una central de cogeneración puesto que el mayor consumo térmico se realiza en la campana. Tal como se ha explicado anteriormente, este consumo se realiza normalmente con aire calentado mediante la combustión de gas natural en vena de aire. Con ello se alcanzan rápidamente temperaturas de 500°C, aunque también se desarrollan campanas con temperaturas de hasta

700°C.

**[0012]** Debido a que la producción de papel y la evaporación dependen de la diferencia de humedad entre la capa límite del aire en contacto con el papel y el aire de soplado, además de la cantidad de calor transportada por el aire, resulta muy difícil encontrar una solución para que la cogeneración tenga cabida. Las campanas se han diseñado hasta hoy mediante la recirculación del aire húmedo con la extracción de una purga para mantener una humedad máxima.

**[0013]** Actualmente, el desarrollo de la campana para la adaptación a una central de cogeneración se realiza pasando todos los gases de la combustión de cogeneración por las dos partes de la campana, húmeda y seca. Opcionalmente, un quemador en vena de estos gases aumenta la temperatura. A la salida de la campana, sin recirculación, los gases pasan por una caldera acuotubular para producir el vapor necesario para el cilindro Yankee. En un circuito como éste la humedad es muy baja.

**[0014]** La solicitud de patente WO99/57367 describe un método y un aparato para la mejora de la capacidad de secado de una campana que cubre un cilindro Yankee, en el que se seca una banda de tejido con un cilindro Yankee a la vez que transporta la banda sobre el cilindro, mediante unos chorros que inyectan aire caliente contra la banda en la región de una primera campana, teniendo dichos chorros de aire caliente una temperatura principalmente menor que 550 °C. La capacidad de secado de la campana de secado se incrementa mediante la inyección de aire caliente de los chorros contra la banda transportada sobre el cilindro en la región de una segunda campana, llamada campana de aire caliente, teniendo dichos chorros de aire caliente una temperatura que es superior a la temperatura de los chorros de aire caliente inyectado contra la banda en la primera campana, o principalmente mayor que 550 °C.

**[0015]** El objetivo de la máquina para el secado de papel tisú provista de un sistema de cogeneración de la presente invención es solventar los inconvenientes que presentan las máquinas de secado conocidas en la técnica, proporcionando una mayor eficacia y permitiendo su adaptación a una central de cogeneración.

**[0016]** La máquina para el secado de papel tisú se caracteriza por el hecho de que la máquina está provista de un sistema de cogeneración, y por el hecho de que la purga de aire es recirculada desde la parte húmeda a la parte seca antes de salir de la campana, y por el hecho de que la parte seca de la campana recibe los gases procedentes del sistema de cogeneración.

**[0017]** De este modo, se consigue una máquina para el secado de papel tisú con una mayor eficacia, obteniéndose también las siguientes ventajas.

**[0018]** La campana asimétrica permite obtener una parte húmeda con una mayor superficie de secado y trabajando a una mayor temperatura, para conseguir un mayor rendimiento en el proceso de secado.

**[0019]** La cogeneración se realiza en la campana seca ya que es la que tiene menos rendimiento y es dónde se puede tener más ahorro. La campana húmeda se ha especializado en aumentar la producción, ya que tiene mejor rendimiento.

**[0020]** Gracias a que la purga de aire se conduce desde la parte húmeda a la seca, a la inversa de cómo se realizaba en el estado de la técnica, se consigue aumentar el caudal de dicha parte seca y por tanto la velocidad de soplado, aumentando así el rendimiento. Además, se consigue mantener un buen nivel de humedad necesario ya que dicha parte seca trabaja con gases procedentes de la cogeneración, con una humedad relativamente baja.

**[0021]** De acuerdo con una realización preferida de la invención, la parte húmeda, con un ángulo de abrace al cilindro de 145°, trabaja a 650°C y a una velocidad del aire de 160 m/s, mientras que la parte seca, con un ángulo de abrace al cilindro de 105°, trabaja a 405°C y a una velocidad del aire de 145 m/s.

**[0022]** Preferentemente, los medios de calentamiento del aire que penetra en la campana son quemadores de gas en vena de aire. Ambos circuitos, parte húmeda y parte seca, de la campana tienen un funcionamiento cerrado, de forma que el aire a la salida del ventilador pasa por el quemador de gas en vena, entra a la campana, y sale para volver al ventilador.

**[0023]** Para la puesta en marcha de la máquina es necesario poner en marcha el circuito de aire con el quemador para finalmente dar entrada a los gases de cogeneración.

**[0024]** Ventajosamente, la máquina comprende una caldera de recuperación conectada a la salida de la purga de aire de la parte seca de la campana.

**[0025]** Dicha caldera de recuperación permite obtener vapor a una temperatura y presión adecuadas para la

máquina.

**[0026]** Preferentemente, la caldera de recuperación es de tipo pirotubular. No obstante, también puede utilizarse otro tipo de calderas como, por ejemplo, calderas aquatubulares.

**[0027]** Ventajosamente, la caldera de recuperación comprende una zona de recuperación de gases y otra zona con un hogar con un quemador de gas.

**[0028]** Preferiblemente, ambas zonas de la caldera de recuperación están dispuestas dentro de la misma envolvente. De este modo, la calidad del vapor no varía si se realiza con recuperación o no.

**[0029]** Ventajosamente, a la salida de la caldera se encuentran dos economizadores, uno para cada zona de dicha caldera.

**[0030]** Ventajosamente, a la salida de la caldera de recuperación se encuentra un recuperador de aire-aire que calienta, por intercambio de calor con los gases procedentes de la caldera de recuperación, un flujo de aire fresco que es insuflado hacia los quemadores de ambas partes húmeda y seca de la campana y hacia la entrada de aire fresco de la parte húmeda de la campana.

**[0031]** También ventajosamente, a la salida del recuperador de aire-aire se encuentra una caldera de vapor a baja presión, preferentemente 0,5 bar, para calentar el agua del proceso.

**[0032]** Ventajosamente, se prevé un termocompresor que mezcla el vapor producido por la caldera de recuperación y el flash o vapor evaporizado de condensados proveniente del cilindro Yankee y extrae vapor a la presión de alimentación.

**[0033]** Ventajosamente, se prevé un primer tanque de expansión a través del cual pasan los condensados del cilindro Yankee para provocar el flash de vapor a recuperar en el termocompresor, y un segundo tanque de expansión, a presión inferior, a través del cual se produce un segundo flash a menor presión, preferentemente 2 bar, para alimentar la caja de vapor.

**[0034]** Ventajosamente, el vapor producido a la salida del segundo tanque de expansión sirve para alimentar una caja de vapor que calienta el papel tisú antes de entrar en el cilindro Yankee, así como para calentar el agua de máquina.

**[0035]** Esta solución, aunque es habitual para una máquina de papel convencional, es novedosa para el caso de máquinas de papel tisú donde no suelen utilizarse cajas de vapor.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

**[0036]** Con el fin de facilitar la descripción de cuanto se ha expuesto anteriormente se adjuntan unos dibujos en los que, esquemáticamente y tan sólo a título de ejemplo no limitativo, se representa un caso práctico de realización de la máquina para el secado de papel tisú provista de un sistema de cogeneración de la invención, en los cuales la figura 1 es una vista esquemática que muestra la máquina para el secado de papel tisú de la invención.

#### DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERIDA

**[0037]** Tal como se puede apreciar en la figura 1, la máquina 1 para el secado de papel tisú 2 de la invención, comprende una campana de secado 3 dividida en dos partes, una parte húmeda 3a y una parte seca 3b, que insufla aire caliente a gran velocidad a un cilindro rotativo Yankee 4 sobre el cual se dispone el papel tisú 2 para su secado, e incluyendo cada parte 3a,3b de la campana 3 un ventilador motorizado 5a,5b y un quemador de gas en vena 6a,6b que calienta el aire proveniente del ventilador 5a,5b antes de entrar en la correspondiente parte de la campana 3a,3b. Ambos circuitos, parte húmeda 3a y parte seca 3b, de la campana 3 tienen un funcionamiento cerrado, de forma que el aire a la salida del ventilador 5a,5b pasa por el quemador de gas en vena 6a,6b, entra a la campana 3, y sale para volver al ventilador 5a,5b.

**[0038]** La campana 3 es geométricamente asimétrica, de modo que la parte húmeda 3a presenta una mayor superficie de secado y trabaja a una mayor temperatura con respecto a la parte seca 3b. Así, se consigue un mayor rendimiento en el proceso de secado.

**[0039]** En la campana 3 se prevé una salida para la extracción de una purga de aire exhausto 7, en este caso la purga 7 es recirculada desde la parte húmeda 3a a la parte seca 3b antes de salir de dicha campana 3.

**[0040]** Asimismo, la parte seca 3b de la campana 3 recibe los gases 8 procedentes de un sistema de

cogeneración. En efecto, la cogeneración se realiza en la campana seca ya que es la que tiene menos rendimiento y es donde se puede tener más ahorro. La campana húmeda se ha especializado en aumentar la producción, ya que tiene mejor rendimiento.

5 **[0041]** Gracias a que la purga se conduce desde la parte húmeda a la seca, a la inversa de cómo se realizaba en el estado de la técnica, se consigue aumentar el caudal de dicha parte seca y por tanto la velocidad de soplado, aumentando así el rendimiento. Además, se consigue mantener un buen nivel de humedad necesario ya que la parte seca trabaja con gases procedentes de la cogeneración.

10 **[0042]** De este modo, se consigue una máquina para el secado de papel tisú con una mayor eficacia.

**[0043]** La parte húmeda 3a de la campana 3, con un ángulo de abrace al cilindro de 145°, trabaja a 650°C y a una velocidad del aire de 160 m/s, mientras que la parte seca 3b, con un ángulo de abrace al cilindro de 105°, trabaja a 405°C y a una velocidad de 145 m/s.

15 **[0044]** Por otra parte, la máquina comprende una caldera de recuperación 9, de tipo pirotubular, conectada a la salida de la purga de aire 7 de la parte seca 3b de la campana 3.

20 **[0045]** De esta manera, si los gases de cogeneración entran a 405°C, a la salida de la parte seca de la campana los gases aún están a 310°C con una humedad de 0,0851 KgH<sub>2</sub>O/Kgseco.

25 **[0046]** Dicha caldera de recuperación 9 es una caldera mixta, con una zona de recuperación de gases y otra zona con un hogar con un quemador de gas, estando ambas zonas dispuestas dentro de la misma envolvente, con lo cual la calidad del vapor no varía si se realiza con recuperación o no. A la salida de la caldera de recuperación 9 se encuentran dos economizadores 10, uno para cada zona de la caldera 9. La caldera de recuperación 9 proporciona vapor a 17 bar y a una temperatura de 222°C.

30 **[0047]** Asimismo, a la salida de la caldera de recuperación 9 se encuentra un recuperador de aire-aire 11 que calienta, por intercambio de calor con los gases procedentes de la caldera de recuperación 9, un flujo de aire fresco 12 que es insuflado hacia los quemadores 6a,6b de la campana 3 y hacia la entrada de la parte húmeda 3a de la campana 3.

35 **[0048]** A la salida del recuperador de aire-aire 11, más adelante en el circuito, se encuentra una caldera de vapor 13 a 0,5 bar para calentar el agua del proceso y la nave de fabricación.

**[0049]** Se prevé un termocompresor que mezcla el vapor a 17 bar producido por la caldera de recuperación 9 y el flujo de condensados proveniente del cilindro Yankee 4, y extrae vapor a 8 bar que es la presión de alimentación.

40 **[0050]** También se prevé un primer tanque de expansión a través del cual pasan los condensados del cilindro Yankee para provocar el flujo a recuperar, y un segundo tanque de expansión a través del cual pasa dicho flujo a recuperar para producir vapor a 3 bar.

45 **[0051]** El vapor producido a la salida del segundo tanque de expansión sirve para alimentar una caja de vapor que calienta el papel tisú antes de entrar en el cilindro Yankee, y para calentar el agua de máquina. Esta solución, aunque es habitual para una máquina de papel convencional, es novedosa para el caso de máquinas de papel tisú donde no suelen utilizarse cajas de vapor.

50 **[0052]** Los gases de salida de la caldera finalmente están a 155°C.

**[0053]** Finalmente, el agua de la caldera de recuperación, cuya entrada está a 47°C, se calentará mediante un intercambiador de placas con el agua de alta de la central de cogeneración, pasará por un desgasificador y entrará a la caldera a 105°C. Los gases a la salida del desgasificador estarán a 148°C.

55 **[0054]** Para el cálculo de la energía utilizada en la campana 3 de alto rendimiento se ha fijado el modelo en el caso de que no existe postcombustión, trabajando la campana 3 solamente con los gases de recuperación. Una vez fijada la producción alcanzada, se realiza otro modelo, esta vez sin central de cogeneración, manteniendo la producción de la máquina de papel 1, y por tanto la evaporación dentro de la campana 3.

60 **[0055]** La caldera 9 en estas condiciones produce menos vapor del que necesita la máquina 1 para funcionar. El cálculo de su producción sirve para determinar el rendimiento del conjunto. Solamente en el caso del calentamiento del agua se ha supuesto que va a ser para la totalidad del vapor producido.

**[0056]** La producción será de 4.800 kg/h de vapor a 17 bar y de 3.510 kg/h de vapor a 2 bar, con una

recuperación en caldera de 5.503 kw. El agua caliente utilizada se empleará para calentar la pérdida de condensados en las operaciones de vapor vivo (caja de vapor) 4.000 kg/h del agua fresca de la caldera desde 15°C hasta 80°C, temperatura que entrará en el desgasificador. Además, se calentarán 16 m<sup>3</sup>/h de agua de alimentación fresca de la máquina de papel hasta 70°C. En esta etapa de calentamiento de agua se recuperarán 1.345 kw.

5       **[0057]**        En el tránsito de los gases por la campana 3 de alto rendimiento se recuperará el calor pasando desde 405°C hasta 310°C, con el aprovechamiento de 3.614 kw. El conjunto recuperado será pues de 3.614 + 5.503 + 1.345 que hace un total de 10.462 kw. Si los gases a la salida de la central de cogeneración tenían una potencia de 10.563 kw, el rendimiento de recuperación es por tanto del 99,9%.

10       **[0058]**        La central de cogeneración se basa en un motor 18V34SG.

15       **[0059]**        La gestión de esta compleja central de cogeneración-campana de aire forzado debe permitir trabajar si la central de cogeneración está parada. Este es un principio de cogeneración que nunca debe omitirse. Por ello la campana debe poder funcionar con recirculación de aire y la caldera de vapor debe poder funcionar sin el aporte de los gases de la campana.

## REIVINDICACIONES

1. Máquina (1) para el secado de papel tisú (2), que comprende una campana de secado (3) dividida en dos partes, una parte húmeda (3a) y una parte seca (3b), que insufla aire caliente a gran velocidad a un cilindro rotativo Yankee (4) sobre el cual se dispone el papel tisú (2) para su secado, e incluyendo cada parte (3a,3b) de la campana (3) un ventilador motorizado (5a,5b) y unos medios de calentamiento (6a,6b) que calientan el aire proveniente del ventilador (5a,5b) antes de entrar en la correspondiente parte de la campana (3a,3b), e incluyendo la campana (3) una salida para la extracción de una purga de aire exhausto (7), caracterizada por el hecho de que la máquina está provista de un sistema de cogeneración y por el hecho de que la campana (3) es geométricamente asimétrica, presentando la parte húmeda (3a) una mayor superficie de secado y trabajando a una mayor temperatura con respecto a la parte seca (3b), por el hecho de que la purga de aire (7) es recirculada desde la parte húmeda (3a) a la parte seca (3b) antes de salir de la campana (3), y por el hecho de que la parte seca (3b) de la campana (3) recibe los gases (8) procedentes del sistema de cogeneración.
2. Máquina (1), según la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que la parte húmeda (3a), con un ángulo de abrace al cilindro de 145°, trabaja a 650°C y a una velocidad del aire de 160 m/s, mientras que la parte seca (3b), con un ángulo de abrace al cilindro de 105°, trabaja a 405°C y a una velocidad del aire de 145 m/s.
3. Máquina (1), según la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que los medios de calentamiento del aire que penetra en la campana (3) son quemadores de gas en vena de aire (6a,6b).
4. Máquina (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que comprende una caldera de recuperación (9) conectada a la salida de la purga de aire (7) de la parte seca (3b) de la campana (3).
5. Máquina (1), según la reivindicación 4, caracterizada por el hecho de que la caldera de recuperación (9) es de tipo pirotubular.
6. Máquina (1), según la reivindicación 4 o 5, caracterizada por el hecho de que la caldera de recuperación (9) comprende una zona de recuperación de gases y otra zona con un hogar con un quemador de gas.
7. Máquina (1), según la reivindicación 6, caracterizada por el hecho de que ambas zonas de la caldera de recuperación (9) están dispuestas dentro de la misma envolvente.
8. Máquina (1), según la reivindicación 6 o 7, caracterizada por el hecho de que a la salida de la caldera de recuperación (9) se encuentran dos economizadores (10), uno para cada zona de dicha caldera (9).
9. Máquina (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que a la salida de la caldera de recuperación (9) se encuentra un recuperador de aire-aire (11) que calienta, por intercambio de calor con los gases procedentes de la caldera de recuperación (9), un flujo de aire fresco (12) que es insuflado hacia los quemadores (6a,6b) de ambas partes húmeda (3a) y seca (3b) de la campana (3) y hacia la entrada de aire fresco de la parte húmeda (3b) de la campana (3).
10. Máquina (1), según la reivindicación 9, caracterizada por el hecho de que a la salida del recuperador de aire-aire (11) se encuentra una caldera de vapor (13) a baja presión, preferentemente 0,5 bar, para calentar el agua del proceso.
11. Máquina (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que se prevé un termocompresor que mezcla el vapor producido por la caldera de recuperación (9) y el flash o vapor evaporizado de condensados proveniente del cilindro Yankee (4) y extrae vapor a la presión de alimentación.
12. Máquina (1), según la reivindicación 11, caracterizada por el hecho de que se prevé un primer tanque de expansión a través del cual pasan los condensados del cilindro Yankee (4) para provocar el flash de vapor a recuperar en el termocompresor, y un segundo tanque de expansión, a presión inferior, a través del cual se produce un segundo flash a menor presión, preferentemente 2 bar, para alimentar la caja de vapor.
13. Máquina (1), según la reivindicación 12, caracterizada por el hecho de que el vapor producido a la salida del segundo tanque de expansión sirve para alimentar una caja de vapor que calienta el papel tisú (2) antes de entrar en el cilindro Yankee (4), así como para calentar el agua de máquina.

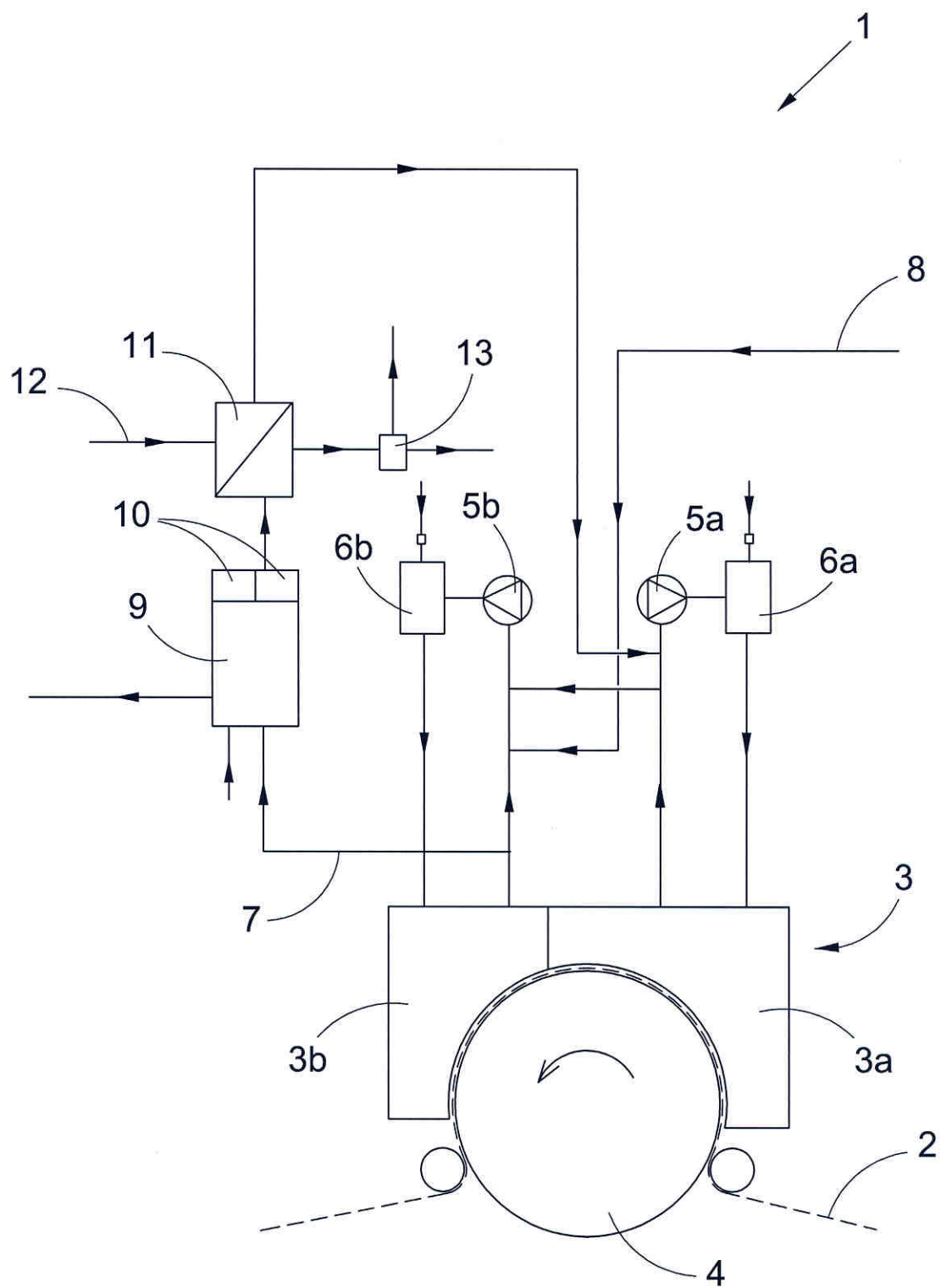


FIG. 1