

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 503**

51 Int. Cl.:

F22D 1/00 (2006.01)

F22G 1/16 (2006.01)

F02C 6/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.09.2014 PCT/US2014/057005**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2015 WO15048029**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2014 E 14849287 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 3049719**

54 Título: **Sistema de intercambio de calor y método para un generador de vapor con recuperación de calor**

30 Prioridad:
26.09.2013 US 201361882911 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.06.2019

73 Titular/es:
**NOOTER/ERIKSEN, INC. (100.0%)
1509 Ocello Drive
Fenton, MO 63026, US**

72 Inventor/es:
KLOECKENER, DANIEL B.

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 717 503 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

Sistema de intercambio de calor y método para un generador de vapor con recuperación de calor

Solicitudes relacionadas

5 La presente solicitud reivindica prioridad frente a la Solicitud Provisional de Estados Unidos N.º 61/882.911, presentada el 26 de septiembre de 2013, con el nombre del inventor Daniel B. Kloeckener.

Técnica anterior

10 El gas natural sirve como fuente energética para gran parte de la electricidad generada en la actualidad. Para ello, el gas experimenta combustión en una turbina de gas que alimenta un generador eléctrico. No obstante, los productos de combustión abandonan la turbina de gas en forma de gas de escape a una temperatura bastante elevada. En otras palabras, el gas de escape representa una fuente energética en sí mismo. Esta energía se captura en un generador de vapor con recuperación de calor ("HRSG") que produce una corriente super-calentada que alimenta otro generador eléctrico.

15 Dicho gas de escape incluye dióxido de carbono y agua en fase de vapor, pero también incluye trazas de azufre en forma de dióxido y trióxido de azufre. Esos compuestos de azufre, si se combinan con agua, producen ácido sulfúrico que es altamente corrosivo. Siempre y cuando las temperaturas de las superficies de calentamiento permanezcan por encima de la temperatura de condensación del ácido del gas de escape, SO_2 y SO_3 pasan a través del HRSG sin efectos nocivos. Pero si cualquier superficie disminuye hasta una temperatura por debajo de la temperatura de condensación del ácido, se condensa ácido sulfúrico sobre esa superficie y se produce la corrosión de la misma.

20 Las temperaturas de condensación dependen del combustible que se use. Para el gas natural la temperatura de las superficies de calentamiento no debería disminuir por debajo de aproximadamente 60 °C (140 °F). Para la mayoría de los aceites combustibles no debería disminuir por debajo de aproximadamente 113 °C (235 °F).

Generalmente, un HRSG comprende una carcasa que tiene una entrada y una salida y una sucesión de intercambiadores de calor - concretamente un dispositivo de super-calentamiento, un evaporador, y un dispositivo de calentamiento de agua de alimentación, por ese orden, dentro de la carcasa entre la entrada y la salida.

25 Dichos intercambiadores de calor para el HRSG pueden tener múltiples bancos de bobinas, el último de los cuales en la dirección del flujo de gas puede ser un dispositivo de calentamiento de agua de alimentación. Existen superficies vulnerables a la corrosión por parte del ácido sulfúrico en el dispositivo de calentamiento de agua de alimentación. El dispositivo de calentamiento de agua de alimentación recibe el condensado que procede del vapor de baja presión descargado por medio de la turbina de vapor, y eleva la temperatura del agua. A continuación, el agua del calentador procedente del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación fluye al interior de uno o más evaporadores que la convierten en vapor saturado. El vapor saturado fluye sobre el dispositivo de super-calentamiento que la convierte en vapor super-calentado. A partir del dispositivo de super-calentamiento, el vapor super-calentado fluye hasta la turbina de vapor.

35 En este proceso, en el momento en el que el gas caliente alcanza el dispositivo de calentamiento de agua de alimentación en el extremo posterior del HRSG, su temperatura es bastante baja. No obstante, esa temperatura no debería ser tan baja que provoque la condensación de los ácidos sobre las superficies de calentamiento del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación.

40 En términos generales, en el proceso comentado anteriormente, la mayoría de los HRSG producen vapor super-calentado a tres niveles de presión - baja presión (LP), presión intermedia (IP) y alta presión (HP). Además, un HRSG puede tener lo que se denomina un evaporador LP, un economizador HP y un economizador IP. El dispositivo de calentamiento de agua de alimentación típicamente descarga parte del agua de alimentación directamente en el interior del evaporador LP.

45 Un dispositivo de calentamiento de agua de alimentación, o dispositivo de precalentamiento, en el generador de vapor extrae el calor de los gases a baja temperatura para aumentar la temperatura del condensado entrante antes de que salga hasta el evaporador LP, economizador HP o economizador IP. Se han usado múltiples métodos para aumentar la temperatura del condensado antes de la entrada en cualquier parte de los tubos de dispositivo de precalentamiento dentro de la trayectoria del gas (por ejemplo, bomba de recirculación, intercambiador de calor externo). Estos métodos se usan para evitar que la temperatura del gas de escape disminuya por debajo de la temperatura de condensación del ácido y provoque la corrosión debida a ácido sulfúrico.

50 Los sistemas y métodos anteriores tienen una aplicación limitada debido a que la temperatura del agua de alimentación no es suficientemente elevada para proteger frente a la corrosión por temperatura de condensación en todos los combustibles. El movimiento de las bobinas de transferencia de calor hasta las regiones más calientes proporciona diferenciales más elevados en el intercambiador de calor.

La patente de Estados Unidos 6508208 divulga un HRSG que incluye un dispositivo de super-calentamiento y al menos un evaporador. Las posiciones del dispositivo de super-calentamiento y el evaporador se ilustran en la Figura 4 de esa patente. La patente afirma que el agua de alimentación fluye al interior del evaporador que la convierte en vapor saturado. El dispositivo de super-calentamiento convierte el vapor saturado en vapor super-calentado que fluye sobre la turbina de vapor a modo de alimentación. En esa patente, el dispositivo de calentamiento de agua de alimentación comprende dos secciones ubicadas en posición adyacente una con respecto a la otra. No obstante, esa patente no divulga que el flujo de agua procedente del evaporador o el dispositivo de super-calentamiento sea dirigido de nuevo a las secciones del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación o, por el contrario, no divulga que el flujo procedente de un evaporador o bobina ubicada aguas arriba de las secciones del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación sea dirigido al intercambiador de calor agua-con-agua.

De acuerdo con la presente invención, se divulga un HRSG como el de la presente reivindicación 1 y un proceso para calentar agua de alimentación para un HRSG como el de la presente reivindicación 17. Se definen otras características preferidas de la invención en las sub-reivindicaciones dependientes.

En la presente divulgación, un intercambiador de calor externo de agua-con-agua calienta el condensado de entrada de baja temperatura, de forma que la fuente de calor es el agua que abandona la primera etapa del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación. El flujo de condensado penetra en primer lugar en el intercambiador de calor externo. Posteriormente, el condensado pre-calentado abandona el intercambiador de calor externo y penetra en el dispositivo de calentamiento de agua de alimentación. Se usa la energía del agua que sale del dispositivo de pre-calentamiento para precalentar el condensado entrante. La presente divulgación coloca una sección de la superficie del dispositivo de pre-calentamiento en el interior de la sección caliente de flujo de gas, aguas arriba del evaporador LP, para lograr el resultado beneficioso de aumentar la temperatura de entrada de la fuente y aumentar directamente la temperatura de salida del condensado precalentado que abandona el intercambiador de calor externo. Esta configuración permite el uso de un intercambiador de calor externo en los diseños con temperaturas de condensación más elevadas en el extremo frío. El presente sistema y el método pueden crear, de este modo, un diferencial de temperatura mayor en el intercambiador de calor externo de agua-con-agua. Este diferencial de temperatura más grande que el presente en la técnica anterior, da lugar a una temperatura de salida más elevada y protege el HRSG frente a la corrosión por condensación en el extremo frío de los combustibles con temperaturas de condensación de ácido más elevadas.

Las características y ventajas anteriores y otras de la invención, así como también las realizaciones actualmente preferidas de la misma, resultarán más evidentes a partir de la lectura de la siguiente descripción, en conexión con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista esquemática de un sistema de alimentación que usa un generador de vapor con recuperación de calor ("HRSG") provisto de las características de la invención;

La Figura 2 es una vista en corte transversal de un HRSG novedoso;

La Figura 3 es una vista esquemática de un HRSG novedoso;

La Figura 4 es una vista esquemática de otra realización de un HRSG novedoso; y

La Figura 5 es una vista esquemática de elementos de otra realización de HRSG.

Los números de referencia correspondientes indican partes correspondientes en todas las diversas figuras de los dibujos.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

La siguiente descripción detallada ilustra la invención reivindicada a modo de ejemplo y no a modo de limitación. La descripción permite claramente al experto en la técnica preparar y usar la divulgación, describe diversas realizaciones, adaptaciones, variaciones, alternativas y usos de la divulgación, incluyendo lo que se piensa actualmente que es el mejor modo de llevar a cabo la invención reivindicada. Adicionalmente, se comprende que la divulgación no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y las configuraciones de los componentes explicados en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos. La divulgación es susceptible de otras realizaciones y de ser puesta en práctica o llevada a cabo de diversas formas. También, se debe comprender que la terminología y expresiones usadas en la presente memoria son con fines descriptivos y no se deben interpretar como limitantes.

Ahora se proporcionan las divulgaciones de la invención para un sistema de intercambio de calor y un método para su uso en un HRSG. Una ilustración global de un sistema que se caracteriza por el uso en un generador de vapor con recuperación de calor (HRSG) aparece en la patente de Estados Unidos N.º 6.508.206 B1 (en lo sucesivo "patente '206"). La Figura 1 de la presente solicitud muestra una configuración similar a la mostrada en la Figura 3 de la patente '206. La Figura 1 de la misma divulga una turbina de gas G que descarga los gases de escape calientes en el interior de un HRSG 50, que extrae el calor de los gases para producir vapor que alimenta una turbina de vapor S.

La turbina de gas G y la turbina de vapor S alimentan los generadores E que son capaces de producir energía eléctrica. La turbina de vapor S descarga vapor a una temperatura y presión bajas en el interior de un condensador 51 donde tiene lugar la condensación en agua líquida. El condensador 51 está en conexión fluida con una bomba de condensado 52 que dirige el agua de nuevo hasta el HRSG 50 como agua de alimentación.

5 La divulgación de las características de la presente invención en la presente solicitud muestra un HRSG 50 con una configuración de intercambiadores de calor y canales de flujo que proporciona mejoras con respecto a la técnica anterior.

10 En referencia a las Figuras 1 y 2 de la presente solicitud, el HRSG 50 tiene una carcasa 53 dentro de la cual están los intercambiadores de calor. Los gases calientes, tal como los descargados a partir de la turbina de gas, penetran en la carcasa 53 y pasan a través del conducto 54 que tiene una entrada 56 y una salida 59. Durante ese proceso, el gas pasa a través de los intercambiadores de calor.

15 Generalmente, la carcasa 53 tiene un piso 61 sobre el cual se colocan los intercambiadores de calor, y paredes laterales que se extienden en sentido ascendente desde el piso 61. Típicamente, la parte superior de la carcasa 53 está cerrada por una cubierta 63. El piso 61 y la cubierta 63 se extienden entre las paredes laterales de forma que el piso 61, las paredes laterales y la cubierta 63 contribuyen a formar el conducto 54. Desde la salida 59, el gas puede fluir a través del conducto 67.

20 Generalmente, los intercambiadores de calor comprenden bobinas que tienen una multitud de tubos que normalmente están orientados verticalmente y dispuestos uno tras otro, en sentido transversal, a través del interior de la carcasa 53. Las bobinas también están dispuestas en filas ubicadas una tras otra en la dirección del flujo de gas caliente mostrada por las flechas de la Figura 3 de la presente solicitud. Los tubos contienen agua en cualquiera de sus fases y sus bobinas están diseñadas para adaptarse. La longitud de los tubos puede ser tan grande como 80'.

25 Ahora se dirige la atención a la configuración de los intercambiadores de calor mostrados en la Figura 2. La descripción general de la Figura 2 se proporciona con una orientación de movimiento a partir de la entrada 56 hasta la salida 59, o de izquierda a derecha según se mira a la Figura 2. Generalmente, el carácter de referencia 70 representa lo que se denomina "Bobinas Aguas Arriba" en un HRSG. Por ejemplo, dichas Bobinas Aguas Arriba pueden incluir lo que se denomina en la patente '206 dispositivo de super-calentamiento designado por el carácter de referencia 16 en la patente '206 que convierte el vapor saturado en vapor super-calentado; seguido por al menos un evaporador tal como un evaporador de alta-presión ("Evaporador HP") mostrado como 18 en la patente '206; de ahí seguido por un economizador de alta presión ("Economizador HP"). El Economizador HP se muestra en forma de grupo de bobinas inmediatamente a la derecha del evaporador designado como 18, y mostrado en la Figura 4 de la patente '206. Además, la expresión "Bobinas Aguas Arriba 70" generalmente hace referencia a todo Dispositivo de Super-calentamiento, Evaporador HP y Economizador HP. La cantidad de espacio dedicado a dichos componentes en el HRSG depende de las características y rendimiento deseados del HRSG 50.

35 Aguas abajo de las Bobinas Aguas Arriba 70, la configuración novedosa tiene un dispositivo 74 de refuerzo del dispositivo de precalentamiento. Como se ha comentado, el dispositivo 74 de refuerzo del dispositivo de precalentamiento proporciona la presencia de un dispositivo de calentamiento de agua de alimentación en una región más caliente del HRSG para facilitar el retorno de la corriente de alimentación desde allí hasta un intercambiador de calor que alimenta agua a otras partes del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación.

40 Continuando con la descripción de aguas arriba a aguas abajo, de izquierda a derecha en la Figura 2, aguas abajo del dispositivo 74 de refuerzo del dispositivo de precalentamiento aparece un evaporador 77 de baja presión ("Evaporador LP"). A partir de ahí, aguas abajo del evaporador LP está lo que generalmente se designa como un dispositivo 80 de calentamiento de agua de alimentación.

45 Ahora, haciendo referencia más específica a la vista esquemática de la Figura 3, el dispositivo 74 de refuerzo del dispositivo de precalentamiento comprende una bobina que tiene una cara aguas arriba 90 y una cara aguas abajo 93. Los gases de escape fluyen al interior de la cara aguas arriba 90 a través de la bobina y desde ahí a través de la cara aguas abajo 93 para abandonar el dispositivo 74 de refuerzo del dispositivo de precalentamiento.

50 Como se aprecia en la Figura 3 esquemática, el Evaporador LP 77 tiene una cara aguas arriba 96 y una cara aguas abajo 100. El gas de escape abandona el dispositivo 74 de refuerzo del dispositivo de precalentamiento, desde ahí fluye al interior de la cara frontal 96 del Evaporador LP 77, a través del Evaporador LP 77, y a través de la cara aguas abajo 100 del Evaporador LP hacia el dispositivo 80 de calentamiento de agua de alimentación.

55 El dispositivo 80 de calentamiento de agua de alimentación tiene dos secciones 103 y 106, que pueden estar dispuestas una al lado de otra en el conducto 54, como se muestra en la Figura 3. Las secciones 103 y 106 presentan cada una de ellas una cara aguas arriba 108 y 110, respectivamente. Los gases de escape fluyen al interior de las caras aguas arriba 108 y 110, a continuación, a través de las bobinas de las secciones 103 y 106, respectivamente, y desde ahí salen a través de las caras aguas abajo 112 y 114, respectivamente. Desde allí, los gases de escape pueden fluir a través de la salida 59 y salir por el conducto 67.

Centrándose ahora en el flujo de agua entre los componentes anteriormente mencionados de la configuración, se ilustra un intercambiador 125 de calor de agua-con-agua ubicado en el exterior del conducto 54. La bomba de condensado 52 descarga el agua de alimentación en el interior de una tubería de suministro 127, que suministra ese agua de alimentación al interior del conducto 130 de temperatura baja del intercambiador de calor 125. El agua de alimentación abandona el conducto 130 de baja temperatura en el intercambiador de calor 125 en su salida y fluye al interior de la tubería de conexión 132 que actúa como conducto. La tubería 132 proporciona el agua de alimentación a los tubos en la cara aguas abajo 114 de la sección 106. El agua abandona la sección 106 en su cara aguas arriba 110 y fluye a través de una tubería de transferencia 135 que sirve como conducto para conectar con la entrada de la bobina 74 del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento en su cara aguas abajo 93. El agua fluye desde ahí a través de la bobina 74 del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento hacia el lado aguas arriba de la misma para abandonar la bobina 74 del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento en su cara aguas arriba 90. Desde ahí, fluye al interior de la tubería de transferencia 138 que actúa como conducto para conectar con la entrada del tubo 140 de alta temperatura del intercambiador de calor 125.

Dentro del tubo 140 de alta temperatura del intercambiador de calor 125, la temperatura del agua disminuye ya que pierde calor hasta el agua del interior del tubo 130 de baja temperatura. A la salida del tubo 140 de alta temperatura, el agua penetra en la tubería de transferencia 143 que actúa como conducto de suministro a la sección 103 en su cara aguas abajo 112. El agua desde ahí fluye a través de la sección 103 para salir de la misma en su cara aguas arriba 108, de manera que la temperatura del agua aumenta, para desde ahí pasar a través de la tubería de descarga 150. La tubería 150 actúa como conducto y se extiende para conectar con el Evaporador LP 77 en su cara aguas abajo 100. Desde la cara aguas arriba 96 del Evaporador LP 77, el agua puede fluir, por ejemplo, hasta el Economizador HP.

Ahora, el sistema se comenta con temperaturas a modo de ejemplo. Los gases de escape procedentes de la turbina de gas "G" penetran en la cara aguas arriba 153 de la última de las Bobinas Aguas Arriba 70, designadas en la presente memoria, por ejemplo, como economizador 155 de alta presión (HP). Los gases penetran en la cara aguas arriba 153 del Economizador HP a una temperatura de aproximadamente 260 °C (500 °F). Los gases de escape abandonan la cara 155 aguas abajo del Economizador HP a una temperatura de aproximadamente 193 °C (380 °F), y penetran en la cara aguas arriba 90 del dispositivo 74 de refuerzo del dispositivo de precalentamiento a aproximadamente la misma temperatura.

La Figura 3 muestra el agua que sale en ambas caras aguas arriba 108 y 110 de las secciones 103 y 106 del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación, respectivamente, a aproximadamente 149 °C (300 °F). Desde la cara aguas arriba 110 de la sección 106, el agua pasa a través de la tubería 135 para penetrar en la cara aguas abajo 93 del dispositivo 74 de refuerzo del dispositivo de precalentamiento a aproximadamente 149 °C (300 °F). Ese fluido abandona la cara 90 aguas arriba del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento a través de la tubería 138 a aproximadamente 171 °C (340 °F). A través de la tubería 138, el agua fluye posteriormente al interior del conducto 140 de alta temperatura del intercambiador de calor 125 a aproximadamente 171 °C (340 °F).

El agua procedente de la bomba de condensado 52 descarga agua a aproximadamente 49 °C (120 °F), que penetra en el intercambiador de calor 125 a través de la tubería 127 a aproximadamente la misma temperatura.

Ahora se proporciona una revisión de las temperaturas del agua que fluye al interior y que abandona las secciones 103 y 106 del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación. La Figura 3 muestra que el agua procedente del conducto de baja temperatura del intercambiador de calor 125 alimenta el interior de la tubería 132 a aproximadamente 110 °C (230 °F). Desde ahí, el agua penetra en la sección 106 del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación en su cara aguas abajo 114 a aproximadamente 110 °C (230 °F). El agua pasa posteriormente a través de la sección 106 para salir en su cara aguas arriba 110 al interior de la tubería 135 a una temperatura de aproximadamente 149 °C (300 °F).

Volviendo ahora a la sección 103 del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación, la temperatura del agua que sale del conducto 140 de alta temperatura del intercambiador de calor penetra en la tubería 143 a aproximadamente 110 °C (230 °F). Desde ahí, penetra en la cara aguas abajo 112 de la sección 103 a aproximadamente 110 °C (230 °F).

De este modo, la temperatura del agua que penetra ambas caras aguas abajo 112 y 114 de las secciones 103 y 106 es de aproximadamente 110 °C (230 °F).

El agua que penetra en la sección 103 sale en su cara aguas arriba 108 a la temperatura de aproximadamente 149 °C (300 °F) para pasar a través de la tubería 150 al interior del Evaporador LP 77 a esa temperatura. La tubería 150 puede también tener ramificaciones de alimentación a 149 °C (300 °F) hasta la cara aguas abajo 157 del Economizador HP 155. Adicionalmente, dependiendo de la configuración de las bobinas de un HRSG particular, el agua de alimentación de la cara aguas arriba 108 de la sección 103 puede también fluir a 149 °C (300 °F) hasta la cara aguas abajo de otras bobinas ubicadas aguas arriba del dispositivo 74 de refuerzo del dispositivo de precalentamiento, tal como la cara aguas abajo de un Economizador de presión intermedia (IP).

La temperatura del gas caliente que abandona la cara aguas abajo 100 del Evaporador LP 77 y que penetra en las caras aguas arriba 108 y 110 de las secciones 103 y 106 del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación es de aproximadamente 168 °C (335 °F). La temperatura del gas caliente que sale de las secciones 103 y 106 del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación, en sus respectivas caras aguas abajo 112 y 114, es de aproximadamente 116 °C (240 °F).

De este modo, las superficies de los tubos que forman las secciones 103 y 106 del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación se mantienen en aproximadamente 116 °C (240 °F) o más. Esta temperatura es mayor que la temperatura de condensación anteriormente mencionada para la condensación de ácido sulfúrico. De este modo, con el presente diseño, se combate la condensación de ácido sulfúrico sobre las superficies de los tubos que forman las secciones 103 y 106.

Los gases de escape abandonan la cara aguas abajo 93 del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento a una temperatura de aproximadamente 177 °C (350 °F), y penetran en la cara aguas arriba 96 del Evaporador LP 77 a una temperatura aproximadamente 177 °C (350 °F). Los gases abandonan la cara aguas abajo 100 del Evaporador LP a una temperatura de aproximadamente 168 °C (335 °F).

El agua de alimentación procedente del condensador 51 se puede descargar a aproximadamente 49 °C (120 °F) a través de la tubería de suministro 127 en el interior del conducto 130 de baja temperatura del intercambiador de calor 125.

El agua que abandona el intercambiador de calor 125 a través del conducto de alta temperatura sale a 110 °C (230 °F) y fluye al interior de la sección 103 en su cara aguas abajo 112 a una temperatura de aproximadamente 110 °C (230 °F).

Con el presente diseño, el intercambiador de calor designado 125 no requiere recirculación, y de este modo no se requieren una bomba de recirculación y su cabezal auxiliar y para el intercambiador de calor. Además, con el presente diseño no es necesario derivar ninguna sección del dispositivo 80 de calentamiento del agua de alimentación.

De igual forma, con la presente configuración, la temperatura del agua que alimenta el interior del Evaporador LP 77 procedente del dispositivo 80 de precalentamiento de agua de alimentación entra a una temperatura de 149 °C (300 °F), en comparación con 121 °C (250 °F) con una temperatura de alimentación de agua al interior del Evaporador LP de un sistema de la técnica anterior. Además, en el presente sistema, la temperatura del agua de 149 °C (300 °F) alimentada desde la sección 103 del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta el Economizador HP 155 u otro economizador ubicado aguas arriba del Evaporador LP, se puede comparar favorablemente con la temperatura de entrada de agua de 121 °C (250 °F) hasta los Economizadores HP y/o los Economizadores IP en el diseño de la técnica anterior.

Ahora se centra la atención en la modificación de la Figura 4. La Figura 4 puede incluir algunos de los elementos de la Figura 3. La Figura 4 muestra un flujo de gas caliente de HRSG en una dirección procedente de la entrada, indicada por medio de flechas, a través de la cara aguas arriba 153' de un Economizador HP 155', a través del Economizador HP 155' y su cara aguas abajo 157', como se describe para la Figura 3. Además, el gas caliente fluye hasta la cara aguas arriba 90' de un dispositivo 74' de refuerzo del dispositivo de precalentamiento, a través del dispositivo de refuerzo 74' y su cara aguas abajo 93' hacia y a través de la cara frontal 96' del Evaporador LP 77'. El gas caliente pasa a través de la bobina del Evaporador LP 77' y a través de su cara aguas abajo 100'.

En lugar de dos secciones 103 y 106 del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación descritas con respecto a la Figura 3, que están colocadas generalmente una junto a la otra, el dispositivo 80' de calentamiento de agua de la Figura 4 tiene sus secciones que contienen bobinas dispuestas desde la parte frontal a la parte trasera, o desde la parte aguas arriba a la parte aguas abajo, en serie. El dispositivo 80' de calentamiento del agua de alimentación tiene una sección 210 que está ubicada aguas arriba lo más lejos de las tres secciones, con una sección intermedia 213 ubicada aguas abajo de las mismas. A continuación, aguas abajo de la segunda sección 213 está la sección aguas abajo más lejana, es decir, la tercera sección 216. Cada una las secciones 210, 213 y 216 tienen pares de caras aguas arriba correspondientes y caras aguas abajo 218 y 220, 222 y 224, y 226 y 228, respectivamente.

En la Figura 4, un intercambiador 125' de calor de agua-con-agua ubicado en posición exterior del conducto 54' es similar al intercambiador 125 de la Figura 3. En la Figura 4, la bomba de condensado 52 descarga el agua de alimentación a través de una tubería de suministro 227 en el interior de un conducto 231 de baja temperatura del intercambiador de calor 125'. El agua de alimentación abandona el conducto 231 de baja temperatura del intercambiador de calor 125' para fluir a la tubería de conexión 232.

La tubería 232 proporciona el agua de alimentación a la cara aguas abajo 228 de la sección 216 de dispositivo de calentamiento de agua de alimentación. El agua abandona la sección 216 en su cara aguas arriba 226 y para fluir a través de una tubería de transferencia 246 que conecta con la entrada de la sección 210 en su cara aguas abajo 220. El agua fluye a través de la bobina de la sección 210 para desde ahí abandonar su cara de aguas arriba 218 para fluir al interior de una tubería de transferencia 252. A partir de la tubería 252, el agua fluye hasta un dispositivo 74' de refuerzo del dispositivo de precalentamiento en su cara aguas abajo 93'. El agua pasa posteriormente a través de un dispositivo 74' de refuerzo del dispositivo de calentamiento del dispositivo de precalentamiento para abandonar la

cara 90° de corriente del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento al interior de la tubería de transferencia 255. Desde ahí, fluye al interior de la tubería de transferencia 255 que actúa como conducto para conectar con la entrada del tubo 258 de alta temperatura del intercambiador de calor 125°.

5 Dentro del conducto 258 de alta temperatura del intercambiador de calor 125°, la temperatura del agua disminuye y que pierde calor hasta el agua del interior del conducto 231 de baja temperatura. A la salida del conducto 258 de alta temperatura, el agua penetra en la tubería de transferencia 261 para alimentar el interior de la sección 213 del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación en su cara aguas abajo 224. El agua fluye a través de la sección 213 para salir de la misma en su cara aguas arriba 222, de manera que la temperatura del agua aumenta, para posteriormente pasar al interior de la tubería de descarga 264. La tubería 264 se extiende para conectar con el
10 Evaporador LP 77° en su cara aguas abajo 100°, para experimentar calentamiento en el interior de la misma. Desde el Evaporador LP 77°, el agua puede fluir desde su cara aguas arriba 96° hasta el Economizador HP, por ejemplo.

Ahora, como en el caso de la realización de la Figura 3, la realización de la Figura 4 se comenta con temperaturas a modo de ejemplo. La descripción de flujo de aire de gas caliente a través del Economizador HP 155° y a través del dispositivo 74° de refuerzo del dispositivo de precalentamiento es similar a la descrita para la Figura 3 con las diversas tuberías descritas actuando como conductos. Los gases de escape procedentes de la turbina de gas "G" penetran en la cara aguas arriba 153° de la última de las Bobinas Aguas Arriba, designadas en la presente memoria, por ejemplo, como Economizador HP 155. Los gases penetran en la cara aguas arriba 153° del Economizador HP a una temperatura de aproximadamente 260 °C (500 °F). Posteriormente, los gases de escape abandonan la cara 157° del Economizador HP a aproximadamente 193 °C (380 °F), para posteriormente penetrar en la cara aguas arriba 90° del dispositivo 74° de refuerzo del dispositivo de precalentamiento a aproximadamente esa misma temperatura, y pasan a través del dispositivo de refuerzo 74° y su cara aguas abajo 93° a aproximadamente 177 °C (350 °F). A continuación, el gas caliente fluye a aproximadamente 177 °C (350 °F) a través del Evaporador LP 77° y abandona su cara aguas abajo 100° a aproximadamente 168 °C (335 °F).
15
20

Volviendo ahora a la parte más aguas arriba de las secciones del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación, el agua abandona la cara aguas arriba 218 de la sección 210, a una temperatura de aproximadamente 149 °C (300 °F). Posteriormente, el agua pasa a través de la tubería 252 para penetrar en la cara aguas abajo 93° del dispositivo 74° de refuerzo del dispositivo de precalentamiento a aproximadamente 149 °C (300 °F). A continuación, el agua pasa a través del dispositivo 74° de refuerzo del dispositivo de precalentamiento hasta su cara aguas arriba 90°, para posteriormente salir a través de la tubería 255 a aproximadamente 171 °C (340 °F). Posteriormente, el agua fluye a través de la tubería 255 al interior del conducto 258 de alta temperatura del intercambiador 125° a una temperatura de aproximadamente 171 °C (340 °F).
25
30

El agua procedente de la bomba de condensado 52 descarga agua a aproximadamente 49 °C (120 °F) en el interior del intercambiador de calor 125° a través de la tubería 227 a aproximadamente esa misma temperatura. Ahora se proporciona una revisión de las temperaturas del agua a medida que sale del intercambiador de calor 125°. El agua procedente del conducto 231 de baja temperatura del intercambiador de calor 125° alimenta el interior de la tubería 232 a una temperatura de aproximadamente 110 °C (230 °F). Desde allí, el agua a aproximadamente 110 °C (230 °F) penetra en la parte más aguas abajo de las secciones del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación, sección 216, en su cara aguas abajo 228. El agua pasa posteriormente a través de la sección 216 para penetrar en su cara aguas arriba 226 en el interior de la tubería de descarga 246 a aproximadamente 121 °C (250 °F). A través de la tubería 246, el agua penetra posteriormente en la sección 210 de agua de alimentación en su cara aguas abajo 220 a aproximadamente 121 °C (250 °F). El agua pasa posteriormente a través de la sección 210 para salir en su cara aguas arriba 218 a través de la tubería 252 a una temperatura de aproximadamente 149 °C (300 °F).
35
40

El agua abandona el intercambiador de calor 125° a través de su conductor 258 de alta temperatura para entrar en la tubería 261 a una temperatura de aproximadamente 110 °C (230 °F). El agua fluye a través de la tubería 261 para penetrar en la cara aguas abajo 224 de la sección 213 del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación a aproximadamente 110 °C (230 °F). El agua abandona la sección 213 en su cara aguas arriba 222 a una temperatura de aproximadamente 141 °C (285 °F) para pasar a través de la tubería 264 al interior del Evaporador LP 77° a esa temperatura. La tubería 285 puede también tener ramificaciones de alimentación a 141 °C (285 °F) hasta la cara aguas abajo 157° del Economizador HP 155°.
45

Adicionalmente, dependiendo de la configuración de las bobinas de un HRSG particular, el agua de alimentación de la cara aguas arriba 222 de la sección 213 puede también fluir a 141 °C (285 °F) hasta la cara aguas abajo de otras bobinas ubicadas aguas arriba del dispositivo 74° de refuerzo del dispositivo de precalentamiento, tal como la cara aguas abajo de un economizador de presión intermedia (IP).
50

La temperatura del gas caliente que abandona la cara aguas abajo 100° del Evaporador LP 77° y que penetra en la cara aguas arriba 218 de la sección 210 es de aproximadamente 168 °C (335 °F). La temperatura del gas caliente que sale de la sección 210 del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación en su cara aguas abajo 220 es de aproximadamente 146 °C (295 °F). La temperatura del gas caliente que sale de la sección 213 del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación en su cara aguas abajo 224 es de aproximadamente 127 °C (260 °F). Finalmente, en la cara aguas abajo 228 de la sección 216 de agua de alimentación aguas abajo en la posición más lejana, el gas caliente sale a aproximadamente 116 °C (240 °F). De este modo, con la realización de la Figura 4, las
55
60

superficies de los tubos que forman las secciones 210, 213 y 216 del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación se mantienen para que estén a aproximadamente 116 °C (240 °F) o más. Esta temperatura, como en el caso de la realización de la Figura 3, es mayor que la temperatura de condensación anteriormente mencionado para la condensación de ácido sulfúrico. Además, la realización de la Figura 4 resiste la condensación de ácido sulfúrico sobre las superficies de los tubos que forman la sección 210, 213 y 216.

Como para el caso de la realización de la Figura 3, con la realización de la Figura 4, el intercambiador de calor 125' no requiere recirculación, o una bomba de recirculación con su coste y cabezal auxiliar. De igual forma, como con la realización de la Figura 3, la realización de la Figura 4 no requiere derivación de ninguna sección del dispositivo 80' de agua de alimentación.

Además, con la presente configuración, la temperatura del agua que alimenta el interior del Evaporador LP 77' procedente del dispositivo 80' de precalentamiento de agua de alimentación es de 141 °C (285 °F), en comparación con 121 °C (250 °F) para la temperatura de alimentación de agua al interior del Evaporador LP de un sistema de la técnica anterior. Además, con la realización de la Figura 4, la temperatura del agua de 141 °C (285 °F) que se alimenta desde la sección 213 del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta el Economizador HP 155' u otro economizador ubicado aguas arriba del Evaporador LP, se puede comparar de manera favorable con la temperatura de entrada de agua de 121 °C (250 °F) hasta los Economizadores HP y/o Economizadores IP en un diseño de la técnica anterior.

La Figura 5 muestra otra realización que es menos preferida que la de la Figura 3 y la Figura 4. En la Figura 5 el dispositivo 80' de calentamiento de agua de alimentación comprende un segmento individual 106" en lugar del dispositivo 80 de calentamiento de agua de alimentación de dos secciones, tal como el que se ilustra en la Figura 3, o el dispositivo 80' de calentamiento de agua de alimentación de tres secciones que se muestra en la Figura 4. En la Figura 5, el intercambiador 125" de calor de agua-con-agua, como los intercambiadores 125' y 125", tiene un conducto 140" de alta temperatura a través del cual el agua sale de la tubería 143". La tubería 143", en lugar de extenderse para alimentar el interior del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación, se extiende para conectar la alimentación al interior del Evaporador LP 77" o al interior del Economizador HP 355, o a una bobina de intercambiador de calor aguas arriba del Economizador 355.

En la Figura 5, las diversas tuberías mostradas y descritas actúan como conducto para el flujo de agua. En la Figura 5, el agua procedente del conducto 330 de baja temperatura del intercambiador 125" de calor de agua-con-agua abandona el intercambiador 125" para alimentar el interior de la tubería 332 a una temperatura de aproximadamente 110 °C (230 °F). Desde allí, el agua, a aproximadamente 110 °C (230 °F), penetra cerca de la superficie agua abajo 114" del dispositivo 80" de calentamiento de agua de alimentación. Posteriormente, el agua pasa a través del dispositivo 80" de agua de alimentación para penetrar en su cara aguas arriba 110" y a continuación sale en la cara aguas arriba 110" a través de la tubería 135" a una temperatura de aproximadamente 149 °C (300 °F).

Desde la cara aguas arriba 110" del dispositivo 80" de calentamiento del agua de alimentación, el agua pasa a través de la tubería 135" para penetrar en la cara aguas abajo 93" del dispositivo 74" de refuerzo del dispositivo de precalentamiento a aproximadamente 149 °C (300 °F). Ese fluido abandona la cara 90" aguas arriba del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento a través de la tubería 138" a aproximadamente 171 °C (340 °F). A través de la tubería 138", el agua fluye posteriormente al interior del conducto 140" de alta temperatura del intercambiador de calor 125" a aproximadamente 60 °C (140 °F).

Se pueden contemplar realizaciones con otros diseños que empleen las características de la invención con dispositivos de calentamiento de agua de alimentación que tengan más de tres secciones tales como la configuración de la Figura 4. Por ejemplo, se pueden disponer cuatro o cinco secciones separadas una de otras transversalmente, como están las secciones 103 y 16 en la Figura 3, o separadas longitudinalmente como están las secciones 210, 213 y 216 de la Figura 4.

Además, se han ilustrado realizaciones con la entrada del agua en diversos intercambiadores de calor, estando preferentemente en las caras aguas abajo de las secciones. No obstante, de manera menos preferida, el agua podría entrar en una posición más aguas arriba del intercambiador de calor. De igual forma, se muestra preferentemente el agua saliendo de diversos intercambiadores de calor en un punto en la cara aguas arriba del intercambiador de calor, aunque es menos preferido que el agua pueda entrar en una posición más aguas abajo de la cara aguas arriba.

Las versiones 80, 80' y 80" de las bobinas del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento se ilustran en las Figuras 3, 4 y 5, preferentemente en posición aguas abajo de los Economizadores HP 155, 155' y 155", respectivamente. Se piensa que dicha ubicación del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento de las Figuras 3, 4 y 5 con respecto al Evaporador LP y el Economizador HP resulta preferida y es la ubicación más eficiente para el dispositivo de refuerzo del precalentador. El sistema es más eficiente si las bobinas del intercambiador de calor se ubican para retirar calor del gas de escapa, donde la temperatura del gas que rodea a las bobinas es más próxima a la temperatura del agua del interior de las bobinas. Si el dispositivo de refuerzo del dispositivo de precalentamiento se ubicara en una posición más aguas arriba para estar aguas arriba del Economizador HP, el dispositivo de refuerzo del dispositivo de precalentamiento retiraría energía procedente del gas, energía que desde ahí no estaría disponible para su retirada por parte de las bobinas aguas abajo con respecto al dispositivo de refuerzo del dispositivo de

precalentamiento en dicha ubicación. Por tanto, para ubicar de ese modo el dispositivo de refuerzo del dispositivo de precalentamiento, las bobinas retirarían energía de otras bobinas potenciales a temperatura elevada aguas arriba que estaría desde ahí aguas abajo del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento, bobinas que necesitan la energía para el calentamiento del agua o el vapor.

5 No obstante, las bobinas del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento también pueden estar ubicadas
aguas arriba del Economizador HP y proporcionar agua de alta temperatura a la corriente entrante de los
intercambiadores de calor de agua-con-agua, tal y como se ilustra en 125, 125' y 125". En tal caso, el diferencial de
temperatura del gas que rodea a las bobinas del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento con
10 respecto a la temperatura del agua del interior de las bobinas del dispositivo de refuerzo de dispositivo de
precalentamiento sería mayor que para los sistemas que se ilustran de forma específica en las Figuras 3, 4 y 5. De
este modo, dicho sistema sería menos eficiente a la vista del comentario anterior que el sistema más eficiente si las
bobinas del intercambiador de calor se ubican para retirar calor procedente del gas de escapa, donde la temperatura
del gas que rodea a las bobinas está más próxima a la temperatura del agua del interior de las bobinas. No obstante,
15 con dicha ubicación, la temperatura del agua que abandona las bobinas del dispositivo de refuerzo de dispositivo de
precalentamiento para su alimentación a través de las tuberías tales como 138, 138' y 138" en el interior de los
intercambiadores de calor de agua-con-agua tal como se ilustra en 125, 125' y 125", sería suficientemente elevada
para mantener la temperatura de la superficie de las bobinas del dispositivo de agua de alimentación correspondiente
por encima de la temperatura de condensación anteriormente mencionada del ácido sulfúrico.

20 Se han descrito las conexiones de las diversas tuberías comentadas como preferentemente en las caras aguas abajo
o aguas arriba de los intercambiadores de calor, tal como las secciones del dispositivo de calentamiento de agua de
alimentación, el dispositivo de refuerzo del dispositivo de precalentamiento, el evaporador LP y el Economizador HP.
No obstante, menos preferentemente, las conexiones de las diversas tuberías pueden estar, por el contrario, cerca de
la cara aguas abajo o la cara aguas arriba de dichos componentes.

25 Se pueden realizar cambios en las construcciones anteriores sin apartarse del alcance de las reivindicaciones
adjuntas, se pretende que toda la información contenida en la descripción anterior o mostrada en los dibujos adjuntos
se interprete como ilustrativa y no en sentido limitante.

REIVINDICACIONES

1. Un generador (50) de vapor con recuperación de calor que comprende:

una carcasa (53) que tiene una entrada (56) y una salida (59) y un conducto de flujo de gas entre ellas para el flujo de gas aguas arriba desde la entrada (56) hasta la salida (59) aguas abajo a partir de la misma;

5 bobinas (77, 77', 77") de evaporador de baja presión de tubos de intercambiador de calor, estando ubicadas las bobinas (77, 77', 77") de evaporador de baja presión dentro de la carcasa (53) aguas abajo de la entrada (56);

10 bobinas (74, 74', 74") de dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento de los tubos de intercambiador, estando ubicadas las bobinas (74, 74', 74") de dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento dentro de la carcasa (53) aguas abajo de la entrada de carcasa (56) y aguas arriba de las bobinas (77, 77', 77") de evaporador de baja presión, de forma que el gas que pasa a través de la entrada (56) pueda fluir aguas abajo para pasar a través de las bobinas (74, 74', 74") de dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento, y el gas que pasa a través de las bobinas (74, 74', 74") de dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento pueda fluir aguas abajo a partir del mismo;

15 bobinas (80, 80', 80") de dispositivo de calentamiento de agua de alimentación de los tubos del intercambiador de calor, estando ubicadas las bobinas (80, 80', 80") de dispositivo de calentamiento de agua de alimentación dentro de la carcasa (53) aguas abajo de las bobinas (77, 77', 77") de evaporador de baja presión de forma que el gas que pasa a través de las bobinas (77, 77', 77") del evaporador de baja presión pueda fluir aguas abajo desde las bobinas (77, 77', 77") del evaporador de baja presión para pasar a través de las bobinas (80, 80', 80") de dispositivo de calentamiento de agua de alimentación;

20 un intercambiador (125, 125', 125") de calor de agua-con-agua que tiene un conducto (130, 231, 330) de baja temperatura y un conducto (140, 258, 140") de alta temperatura;

25 un primer conducto (138, 255, 138") que se extiende desde la conexión de flujo con las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento para la conexión de flujo con el conducto (140, 258, 140") de alta temperatura del intercambiador (125, 125', 125") de calor de agua-con-agua, estando configurado el primer conducto (138, 255, 138") para que el agua fluya a través del mismo desde las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento hasta el intercambiador (125, 125', 125") de calor de agua-con-agua; y

30 un segundo conducto (135, 252, 135") que se extiende desde las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento de los tubos del intercambiador de calor, estando configurado el segundo conducto (135, 252, 135") para permitir que el agua fluya a través del mismo desde las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento.

35 2. El generador (50) de vapor con recuperación de calor de la reivindicación 1, en el que las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento tienen una cara (90, 90', 90") y el primer conducto (138, 255, 138") abandona las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento cerca de la cara aguas arriba (90, 90', 90") de las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento.

40 3. El generador (50) de vapor con recuperación de calor de la reivindicación 2, en el que las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento tienen una cara aguas abajo (93, 93', 93") y las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación tienen una cara aguas arriba (110, 218, 110"), y el segundo conducto (135, 252, 135") abandona las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación cerca de la cara aguas arriba (110, 218, 110") de las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación para extenderse en conexión de flujo con las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento cerca de la cara aguas abajo (93, 93', 93") de las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento.

50 4. El generador (50) de vapor con recuperación de calor de la reivindicación 3, que además comprende un conducto (150, 264, 143") configurado para extenderse para la conexión de flujo a partir de las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta las bobinas (77, 77', 77") del evaporador de baja presión de los tubos de intercambiador de calor.

55 5. El generador (50) de vapor con recuperación de calor de la reivindicación 3, que además comprende un conducto (143, 261, 332) configurado para extenderse para la conexión de flujo a partir del intercambiador (125, 125', 125") de calor de agua-con-agua para estar en conexión de flujo con las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación para permitir el flujo desde el intercambiador (125, 125', 125") de calor de agua-con-agua hasta las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación.

6. El generador (50) de vapor con recuperación de calor de la reivindicación 1, que además comprende bobinas (155, 155', 155") de economizador de alta presión de los tubos de intercambiador de calor ubicadas aguas arriba de las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento y un conducto (150, 264, 143") configurado para extenderse para la conexión de flujo a partir de las bobinas (80, 80', 80") hasta las bobinas (155, 155', 155") del economizador de alta presión de los tubos del intercambiador de calor.
7. El generador (50) de vapor con recuperación de calor de la reivindicación 6, que además comprende bobinas aguas arriba (70) de los tubos del intercambiador de calor, estando ubicadas dichas bobinas aguas arriba (70) adicionales dentro de la carcasa (53) aguas arriba de las bobinas (155, 155', 155") del economizador de alta presión y aguas abajo de la entrada de carcasa (56), de forma que el gas procedente de la entrada (56) pueda fluir aguas abajo a través de las bobinas aguas arriba (70) adicionales y posteriormente pueda fluir a través de las bobinas (155, 155', 155") del economizador de alta presión.
8. El generador (50) de vapor con recuperación de calor de la reivindicación 1, en el que las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación comprenden una primera sección (106) y una segunda sección (103), y en el que el segundo conducto (135) se extiende desde la primera sección (106) del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento de agua de alimentación hasta las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento.
9. El generador (50) de vapor con recuperación de calor de la reivindicación 8, que además comprende la primera sección (106) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación que tiene una cara aguas arriba (110) y una cara aguas abajo (114), y en el que el segundo circuito (135) se extiende para la conexión de flujo desde cerca de la cara aguas arriba (110) de dicha primera sección (106) para la conexión de flujo con las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento, y que además comprende un tercer conducto (132) que se extiende desde la conexión de flujo con el intercambiador (125) de calor de agua-con-agua para la conexión de flujo cerca de la cara aguas abajo (114) de la primera sección (106) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación.
10. El generador (50) de vapor con recuperación de calor de la reivindicación 2, que además comprende las bobinas (80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación que tiene una primera sección (210), una segunda sección (213) y una tercera sección (216), y en el que:
- la primera sección (210) de agua de alimentación tiene una cara aguas arriba (218) y una cara aguas abajo (220) y en el que el segundo conducto (252) fluye desde cerca de la cara aguas arriba (218) de dicha primera sección (210) de agua de alimentación hasta cerca de la cara aguas abajo (93') de las bobinas (74') del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento.
- la segunda sección (213) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación tiene una cara aguas arriba (222) y una cara aguas abajo (224) y un tercer conducto (261) que se extiende desde la conexión de flujo hasta el intercambiador (125') de calor de agua-con-agua para la conexión de flujo cerca de la cara aguas abajo (224) de la segunda sección (213) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación, estando configurado dicho tercer conducto (261) para que el agua fluya a través del intercambiador (125') de calor de agua-con-agua hasta la segunda sección (213) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación; y
- dicha tercera sección (216) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación tiene una cara aguas arriba (226) y una cara aguas abajo (228), y en el que el cuarto conducto (246) se extiende desde cerca de la cara aguas arriba (226) de la tercera sección (216) de agua de alimentación hasta cerca de la cara aguas abajo (220) de la primera sección (210) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación, estando configurado dicho cuarto conducto (246) para que el agua fluya a través del mismo desde la tercera sección (216) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta la primera sección (210) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación.
11. El generador (50) de vapor con recuperación de calor de la reivindicación 10, que además comprende un conducto (264) que fluye desde cerca de la cara aguas arriba (222) de la segunda sección (213) de las bobinas (80') del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación para la conexión con una de las bobinas (77') del evaporador de baja presión o las bobinas (155') del economizador de alta presión.
12. El generador (50) de vapor con recuperación de calor de la reivindicación 11, que además comprende: bobinas (155') de economizador de alta presión de los tubos de intercambiador de calor ubicadas aguas arriba de las bobinas (74') del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento, y un conducto (264) configurado para extenderse para la conexión de flujo desde las bobinas (80') del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta las bobinas (155) del economizador de alta presión de los tubos del intercambiador de calor; y bobinas aguas arriba (70) adicionales de los tubos de intercambiador de calor, estando dichas bobinas aguas arriba (70) adicionales ubicadas dentro del carcasa (53) aguas arriba de las bobinas (155') del economizador de alta presión y aguas abajo de la entrada de la carcasa (56), de forma que el gas procedente de la entrada (56) pueda fluir aguas abajo a través de dichas bobinas aguas arriba (70) adicionales y posteriormente pueda fluir a través de las bobinas (155') del

economizador de alta presión.

13. El generador (50) de vapor con recuperación de calor de la reivindicación 10, que además comprende la primera sección (210) de agua de alimentación que está aguas arriba de la segunda sección (213) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación y la segunda sección (213) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación que se encuentra aguas arriba de dicha tercera sección (216) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación.

14. El generador (50) de vapor con recuperación de calor de la reivindicación 13, que además comprende un quinto conducto (232) configurado para extenderse para la conexión de flujo desde el intercambiador (125') de calor de agua-con-agua hasta cerca de la cara aguas abajo (228) de la tercera sección (216) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación para estar en conexión de flujo con las bobinas del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación de la tercera sección (216) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación para permitir el flujo desde el intercambiador (125') de calor de agua-con-agua hasta las bobinas el dispositivo de calentamiento de agua de alimentación de la tercera sección (216) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación.

15. El generador (50) de vapor con recuperación de calor de la reivindicación 14, que además comprende: bobinas (155') de economizador de alta presión de tubos del intercambiador de calor ubicado aguas arriba de las bobinas (74') del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento; y un sexto conducto (264) configurado para extenderse para la conexión de flujo desde la cara aguas arriba (222) de la segunda sección (213) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación para la conexión de flujo con una de las bobinas (77') del evaporador de baja presión o las bobinas (155') del economizador de alta presión.

16. El generador (50) de vapor con recuperación de calor de la reivindicación 15, que además comprende bobinas aguas arriba (70) adicionales de los tubos del intercambiador de calor, estando ubicadas dichas bobinas aguas arriba (70) adicionales dentro de la carcasa (53) aguas arriba de las bobinas (155') del economizador de alta presión y aguas abajo de la entrada de carcasa (56), de forma que el gas procedente de la entrada (56) pueda fluir aguas abajo a través de dichas bobinas aguas arriba (70) adicionales y posteriormente pueda fluir a través de las bobinas (155') del economizador de alta presión.

17. Un proceso para calentar agua de alimentación para un generador (50) de vapor con recuperación de calor (HRSG) de manera que HRSG (50) tiene:

una carcasa (53) que tiene una entrada (56) y una salida (59) y un conducto interno de flujo de gases de escape entre ellas, que comprende:

un intercambiador (125, 125', 125'') de calor de agua-con-agua ubicado para estar en posición externa al conducto interno de flujo de gases de escape del HRSG, presentando el intercambiador (125, 125', 125'') de calor externo de agua-con-agua un conducto (130, 231, 330) de baja temperatura y un conducto (140, 258, 140'') de alta temperatura;

bobinas (77, 77', 77'') de evaporador de baja presión de tubos de intercambiador de calor, estando ubicadas las bobinas (77, 77', 77'') de evaporador de baja presión dentro de la carcasa aguas abajo de la entrada;

bobinas (74, 74', 74'') del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento de los tubos de intercambiador, estando ubicadas las bobinas (74, 74', 74'') del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento dentro de la carcasa (53) aguas abajo de la entrada de carcasa (56) y aguas arriba de las bobinas (77, 77', 77'') del evaporador de baja presión, de forma que el gas que pasa a través de la entrada (56) pueda fluir aguas abajo para pasar a través de las bobinas (74, 74', 74'') del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento, y el gas que pasa a través de las bobinas (74, 74', 74'') del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento pueda fluir aguas abajo a partir del mismo;

bobinas (80, 80', 80'') del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación de los tubos del intercambiador de calor, estando ubicadas las bobinas (80, 80', 80'') del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación dentro de la carcasa (53) aguas abajo de las bobinas (77, 77', 77'') del evaporador de baja presión de forma que el gas que pasa a través de las bobinas (77, 77', 77'') del evaporador de baja presión pueda fluir aguas abajo desde las bobinas (77, 77', 77'') del evaporador de baja presión para pasar a través de las bobinas (80, 80', 80'') del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación;

un primer conducto (138, 255, 138'') que se extiende a partir de la conexión de flujo con las bobinas (74, 74', 74'') del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento para la conexión de flujo con el conducto (140, 258, 140'') de alta temperatura del intercambiador (125, 125', 125'') de calor de agua-con-agua; y

un segundo conducto (135, 252, 135'') que se extiende desde las bobinas (80, 80', 80'') del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta las bobinas (74, 74', 74'') del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento de los tubos del intercambiador de calor;

comprendiendo el proceso las etapas de:

ES 2 717 503 T3

dirigir el agua para que fluya a través del primer conducto (138, 255, 138") desde las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento hasta el conducto (140, 258, 140") de alta temperatura del intercambiador (125, 125', 125") de calor de agua-con-agua; y

5 dirigir el agua para que fluya a través del segundo conducto (135, 252, 135") desde las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento de los tubos del intercambiador de calor.

10 18. El proceso de la reivindicación 17, en el que las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento tienen una cara aguas arriba (90, 90', 90") y una cara aguas abajo (93, 93', 93"), y las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación tienen una cara aguas arriba (110, 218, 110"); un tercer conducto (132, 232, 332) que se extiende desde el intercambiador (125, 125', 125") de calor de agua-con-agua hasta las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación;

que además comprende las etapas de:

15 dirigir el agua para que salga de las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento a través del primer conducto (138, 255, 138") cerca de la cara aguas arriba (90, 90', 90") de las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento para fluir al interior del conducto (140, 258, 140") de alta temperatura del intercambiador (125, 125', 125") de calor de agua-con-agua.

20 dirigir el agua desde las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación cerca de la cara aguas arriba (110, 218, 110") de las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación a través de un segundo conducto (135, 252, 135") para fluir en conexión con las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento cerca de la cara aguas abajo (93, 93', 93") de las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento; y

25 dirigir el agua para que fluya a través del tercer conducto (132, 232, 332) desde el intercambiador (125, 125', 125") de calor de agua-con-agua hasta las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación.

30 19. El proceso de la reivindicación 18, en el que el HRSG (50) tiene un conducto (150, 264, 143") que se extiende desde las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta las bobinas (77, 77', 77") del evaporador de baja presión de los tubos del intercambiador de calor; y bobinas (155, 155', 155") del economizador de alta presión de los tubos del intercambiador de calor ubicadas aguas arriba de las bobinas (74, 74', 74") del dispositivo de refuerzo de dispositivo de calentamiento y un conducto (150, 264, 143") que se extiende desde las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta las bobinas (155, 155', 155") del economizador de alta presión;

que además comprende las etapas de:

35 dirigir el agua desde las bobinas (80, 80', 80") del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación para fluir hasta una de las bobinas (77, 77', 77") del evaporador de baja presión o las bobinas (155, 155', 155") del economizador de alta presión.

40 20. El proceso de la reivindicación 17, en el que las bobinas (80) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación comprenden una primera sección (106) y una segunda sección (103), presentando la primera sección (106) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación una cara aguas arriba (110) y una cara aguas abajo (114), en la que el segundo conducto (135) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación se extiende para la conexión de flujo desde cerca de la cara aguas arriba (110) de la primera sección (106) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación para la conexión de flujo con las bobinas (74) del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento, y un tercer conducto (132) que se extiende para la conexión de flujo con el intercambiador (125) de calor de agua-con-agua para la conexión de flujo cerca de la cara aguas abajo (112) de la segunda sección (103) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación;

que además comprende las etapas de:

45 dirigir el agua a través del segundo conducto (132) desde cerca de la cara aguas arriba (110) de dicha primera sección (106) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación para fluir al interior de las bobinas (74) del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento; y

50 dirigir el agua a través de un tercer conducto (143) procedente del intercambiador (125) de calor de agua-con-agua para fluir al interior de la primera sección (106) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación cerca de la cara aguas abajo (114) de la primera sección (106) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación.

21. El proceso de la reivindicación 20, en el que las bobinas (74) del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento tienen una cara aguas arriba (90) y una cara aguas abajo (93);

que además comprende las etapas de:

dirigir el agua a través del primer conducto (138) para que fluya desde cerca de la cara aguas arriba (90) de las bobinas (74) del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento hasta el conducto (140) de temperatura elevada del intercambiador (125, 125', 125") de calor de agua-con-agua.

5 22. El proceso de la reivindicación 21, en el que la segunda sección (103) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación tiene una cara aguas arriba (108) y una cara aguas abajo (112) y que incluye un cuarto conducto (143) que se extiende desde el intercambiador (125) de calor de agua-con-agua hasta cerca de la cara aguas abajo (112) de la segunda sección (103) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación; y

10 que además comprende la etapa de dirigir el agua para que fluya desde el intercambiador (125) de calor de agua-con-agua al interior de la segunda sección (103) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación cerca de la cara aguas abajo (112) de la segunda sección (103) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación.

15 23. El proceso de la reivindicación 22, que incluye un conducto (150) que se extiende para la conexión de flujo desde cerca de la cara aguas arriba (108) de la segunda sección (103) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación para la conexión con una de las bobinas (77) del evaporador de baja presión o las bobinas (155) del economizador de alta presión;

que además comprende la etapa de dirigir el agua procedente de cerca de la cara aguas arriba (108) de la segunda sección (103) del dispositivo (80) de calentamiento de agua de alimentación a una de las bobinas (77) del evaporador de baja presión o las bobinas (155) del economizador de alta presión.

20 24. El proceso de la reivindicación 17, en el que el dispositivo (80') de calentamiento de agua de alimentación tiene una primera sección (210), una segunda sección (213) y una tercera sección (216) y en el que:

la primera sección (210) de agua de alimentación tiene una cara aguas arriba (218) y una cara aguas abajo (220) y el segundo conducto (252) fluye desde cerca de la cara aguas arriba (218) de la primera sección (210) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta cerca de la cara aguas abajo (93) de las bobinas (74') del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento.

25 la segunda sección (213) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación tiene una cara aguas arriba (222) y una cara aguas abajo (224), y un tercer conducto (261) que se extiende desde el intercambiador (125') de calor de agua-con-agua para la conexión cerca de la cara aguas abajo (224) de la segunda sección (213) del dispositivo de calor de agua de alimentación; y

30 la tercera sección (216) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación tiene una cara aguas arriba (226) y una cara aguas abajo (228), y un cuarto conducto (246) se extiende desde cerca de la cara aguas arriba (226) de la tercera sección (216) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta la cara aguas abajo (220) de la primera sección (210) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación;

que además comprende las etapas de:

35 dirigir el agua para que fluya desde cerca de la cara aguas arriba (218) de la primera sección (210) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta cerca de la cara aguas abajo (93') de las bobinas (74') del dispositivo de refuerzo de dispositivo de precalentamiento,

dirigir el agua para que fluya desde el intercambiador (125') de calor de agua-con-agua hasta cerca de la cara aguas abajo (224) de la segunda sección (213) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación; y

40 dirigir el agua para que fluya desde cerca de la cara aguas arriba (226) de la tercera sección (216) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta cerca de la cara aguas abajo (220) de primera sección (210) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación.

45 25. El proceso de la reivindicación 24, en el que la primera sección (210) de agua de alimentación está aguas arriba de la segunda sección (213) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación, y la segunda sección (213) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación está aguas arriba de la tercera sección (216) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación; y un quinto conducto (232) que se extiende desde el intercambiador (125') de calor de agua-con-agua para conectar cerca de la cara aguas abajo del tercer dispositivo (216) de calentamiento de agua de alimentación;

que además comprende las etapas de:

50 dirigir el agua para que fluya desde el intercambiador (125') de calor de agua-con-agua hasta la tercera sección (216) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación cerca de la cara aguas abajo (228) de la tercera sección (216) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación.

26. El proceso de la reivindicación 25, en el que existe un sexto conducto (264) que se extiende para la conexión de flujo desde cerca de la cara aguas arriba (222) de la segunda sección (213) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación hasta una de las bobinas (77') del evaporador de baja presión o bobinas (155') del economizador de alta presión;

5 que además comprende la etapa de dirigir el agua para que fluya desde cerca de la cara aguas arriba (222) de la segunda sección (213) del dispositivo (80') de calentamiento de agua de alimentación a una de las bobinas (77') del evaporador de baja presión o bobinas (155') del economizador de alta presión.

10 27. El proceso de la reivindicación 18, en el que la temperatura del agua de alimentación que penetra en el conducto de baja temperatura (130, 231, 330) del intercambiador de calor de agua-con-agua inicialmente está por debajo de la temperatura de condensación de ácido sulfúrico en el gas de escape, y el agua de alimentación procedente del intercambiador (125, 125', 125'') de calor de agua-con-agua hasta las bobinas (80, 80', 80'') del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación penetra en las bobinas del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación a una temperatura igual o mayor de 110 °C (230 °F).

15 28. El proceso de la reivindicación 22, en el que la temperatura del agua de alimentación que penetra en el conducto (130) de baja temperatura del intercambiador (125) de calor de agua-con-agua inicialmente está por debajo de la temperatura de condensación del ácido sulfúrico en el gas de escape, el agua de alimentación procedente del tercer conducto (132) que fluye desde el intercambiador (125) de calor de agua-con-agua hasta la primera sección (106) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación penetra en la entrada de la primera sección (106) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación a una temperatura igual o mayor de 110 °C (230 °F), y el agua de
20 alimentación procedente del cuarto conducto (143) que fluye desde el intercambiador (125) de calor de agua-con-agua hasta la segunda sección (103) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación penetra en la segunda sección (103) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación a una temperatura igual o mayor de 110 °C (230 °F).

25 29. El proceso de la reivindicación 25, en el que la temperatura del agua de alimentación que penetra en el conducto (231) de baja temperatura del intercambiador (125') de calor de agua-con-agua inicialmente está por debajo de la temperatura de condensación del ácido sulfúrico en el gas de escape, el agua de alimentación procedente del quinto conducto (232) que fluye desde el intercambiador (125') de calor de agua-con-agua hasta la tercera sección (216) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación penetra en la tercera sección (216) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación a una temperatura igual o mayor de 110 °C (230 °F), y el agua de alimentación
30 procedente del tercer conducto (261) que fluye desde el intercambiador (125') de calor de agua-con-agua hasta la segunda sección (213) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación penetra en la segunda sección (213) del dispositivo de calentamiento de agua de alimentación a una temperatura igual o mayor de 110 °C (230 °F).

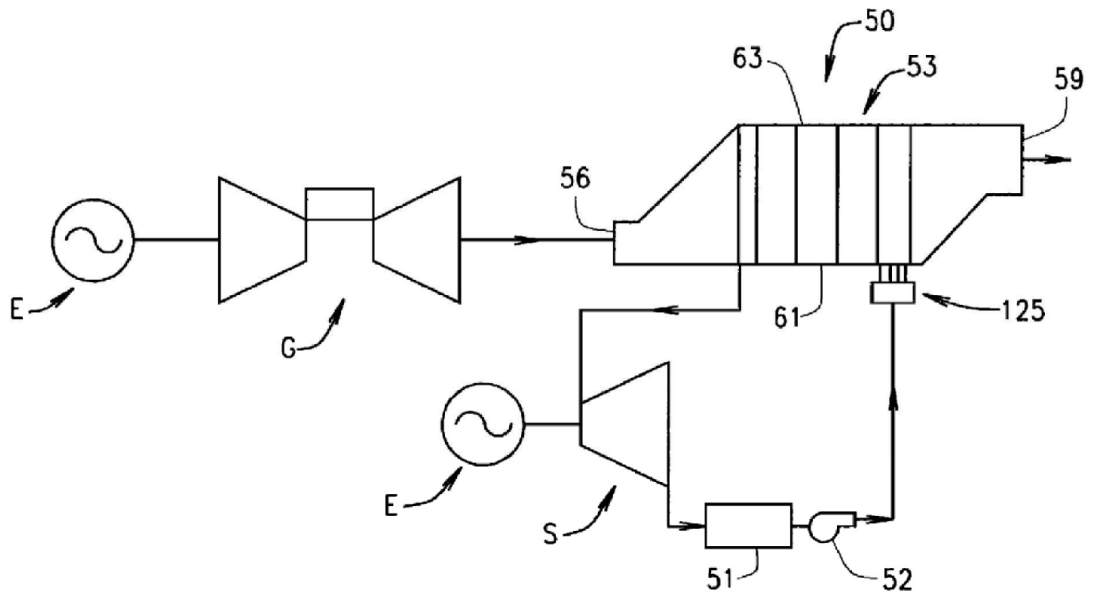


FIG. 1

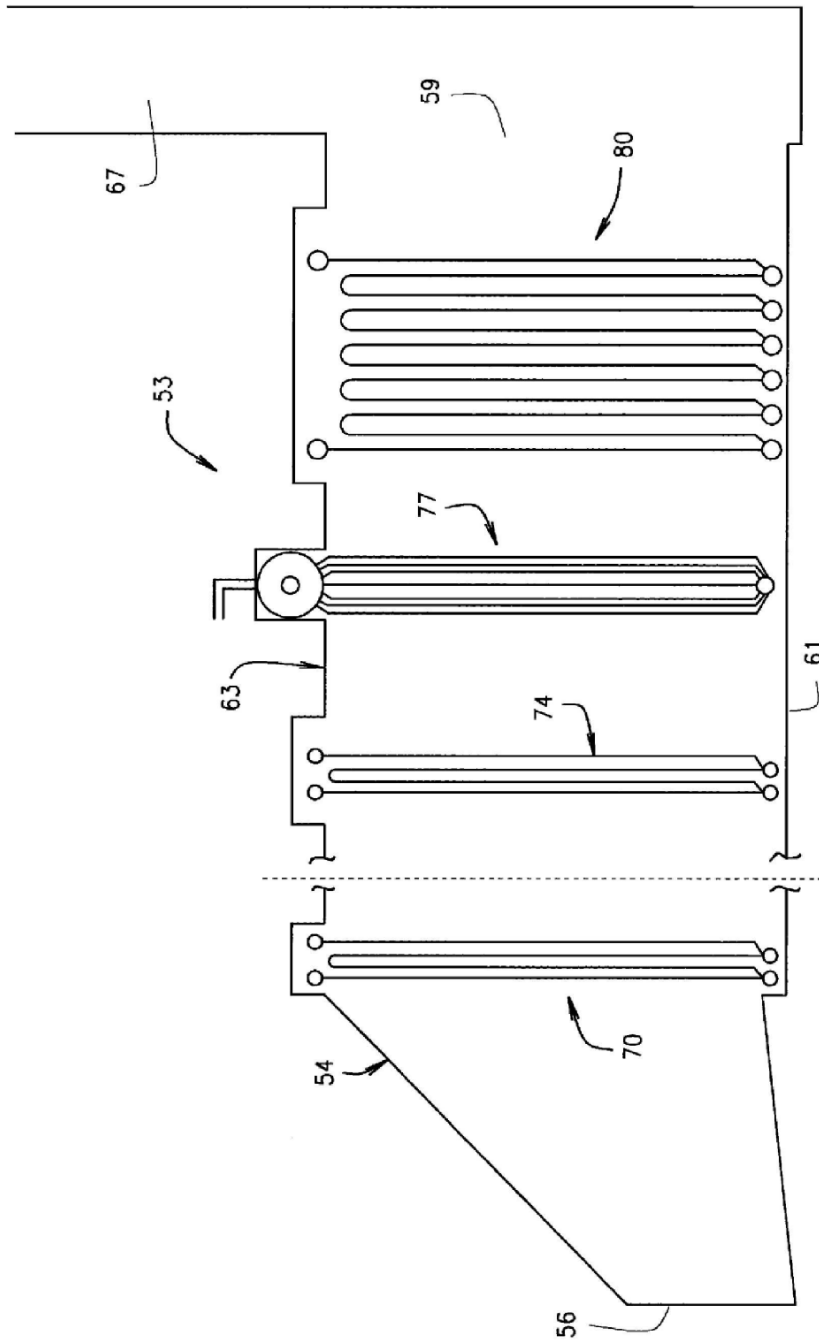


FIG. 2

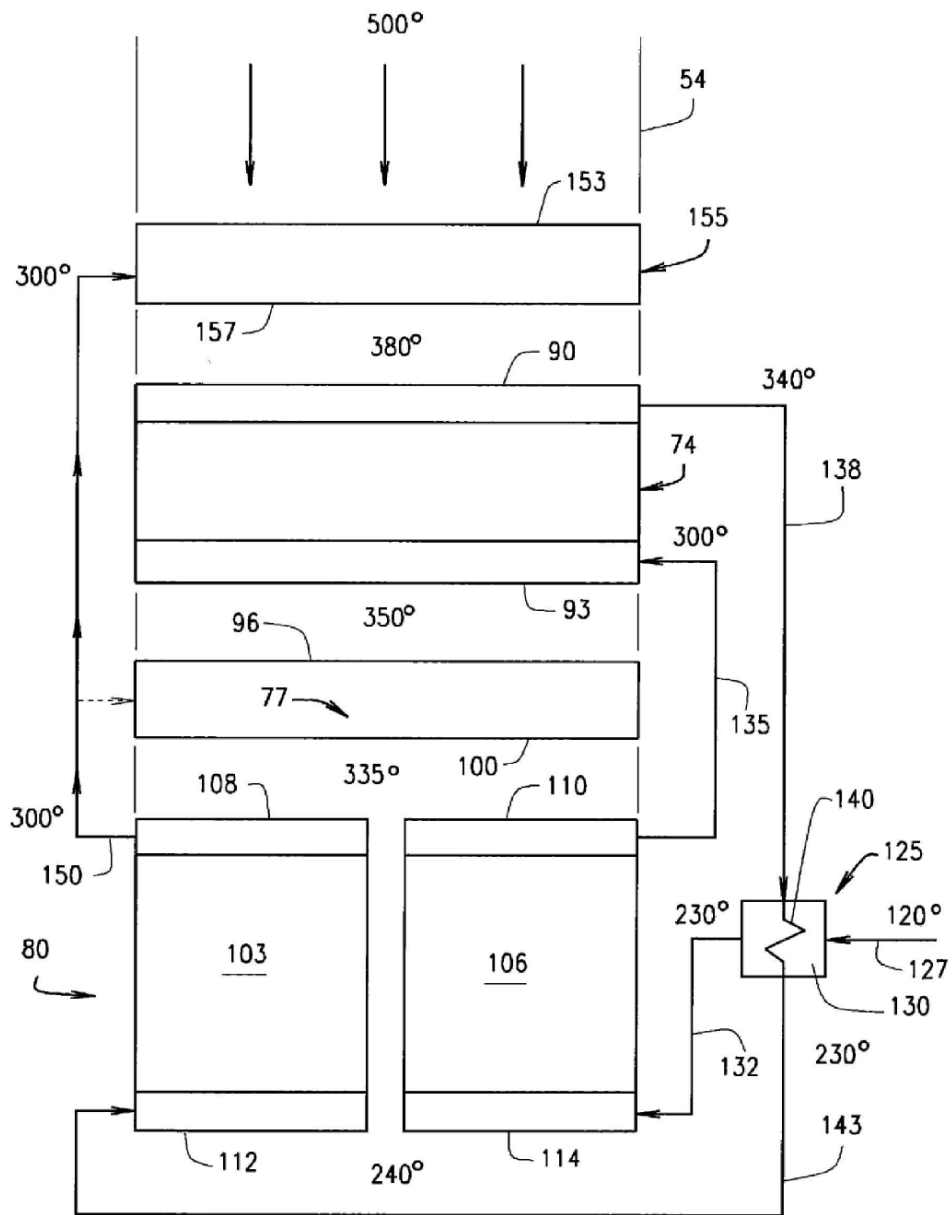


FIG. 3

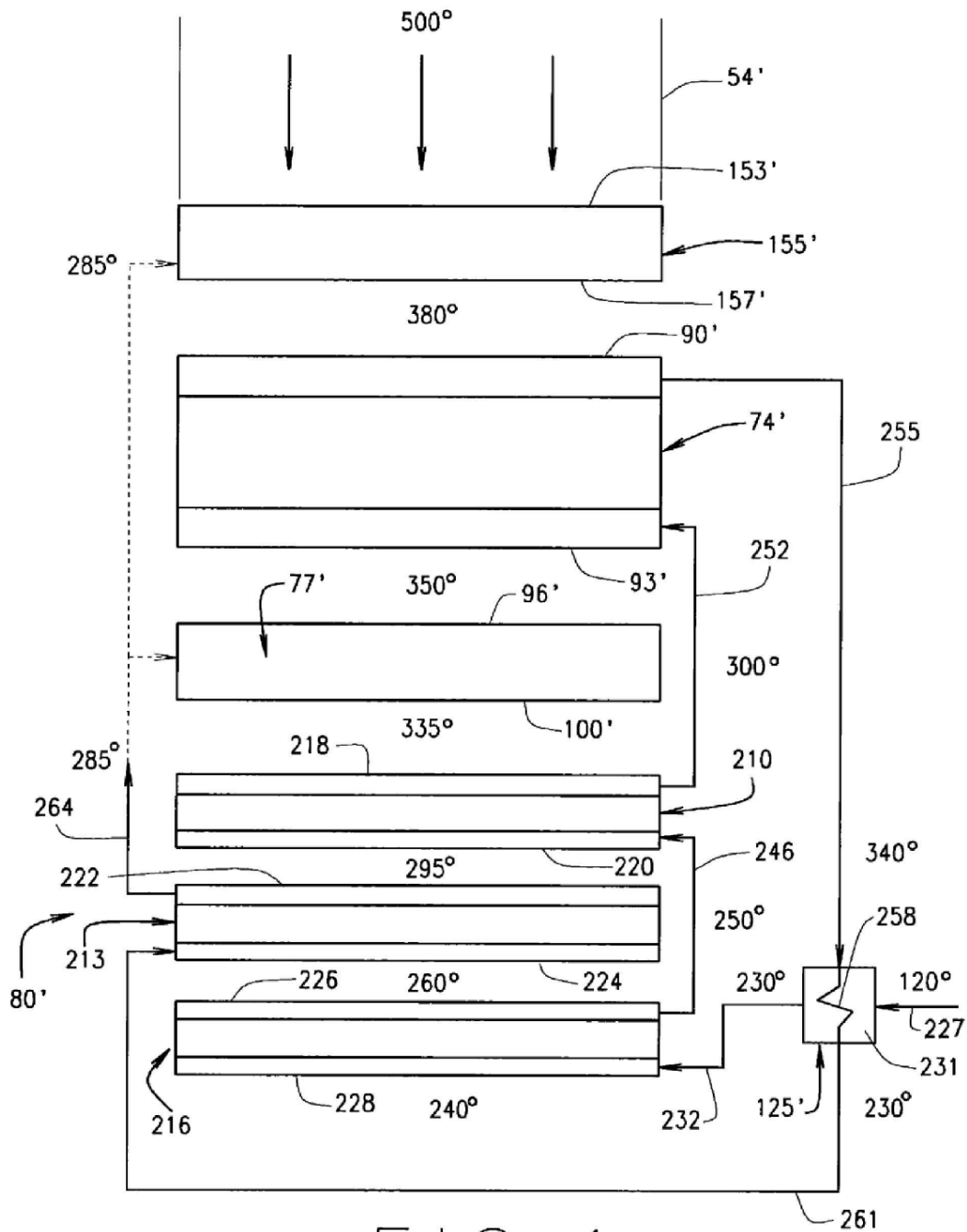


FIG. 4

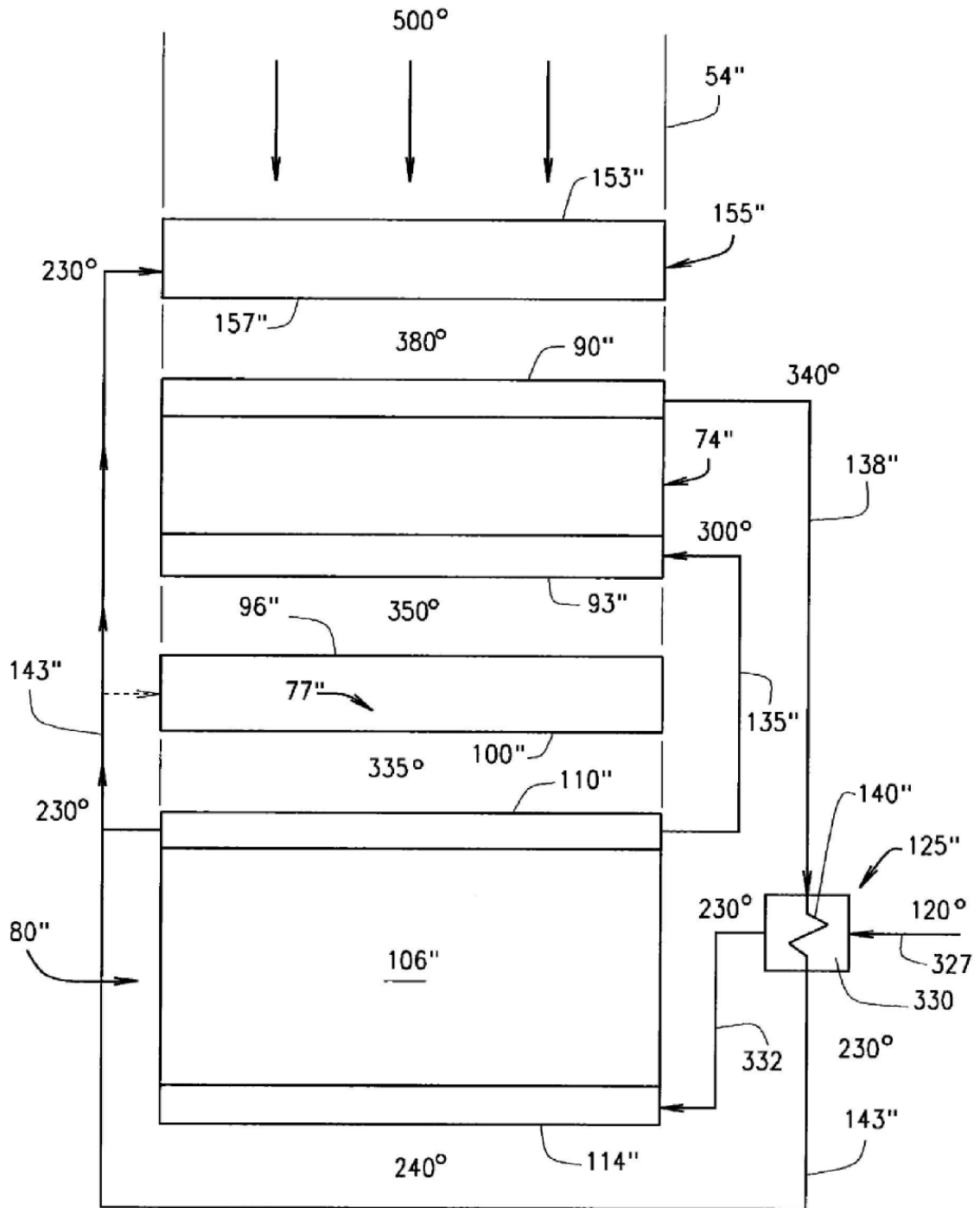


FIG. 5