

CAPÍTULO REIVINDICATORIO

1. Un sistema (100) para producir vapor de alta presión de agua de alimentación de baja calidad, que comprende:

un primer circuito cerrado (110) que contiene un primer fluido, el primer circuito cerrado comprendiendo una caldera (120) y un conjunto de intercambiadores de calor (130) corriente abajo de la caldera, en donde una porción del primer fluido sale de la caldera como un vapor de baja presión y alta temperatura que tiene una temperatura de salida de la caldera desde alrededor de 315° C (600° F) hasta alrededor de 537° C (1000° F) y una presión desde alrededor de 50 psig hasta alrededor de 1800 psig; y

un segundo circuito (140) en comunicación fluida con el conjunto de intercambiadores de calor, el segundo circuito separado del primer circuito cerrado conteniendo el agua de alimentación de baja calidad;

en donde el conjunto de intercambiadores de calor incluye una pluralidad de intercambiadores de calor (210, 220, 230, 240, 250, 260), cada intercambiador de calor comprendiendo una pluralidad de tubos intercambiadores de calor, y en donde el conjunto de intercambiadores de calor (130) se adapta para recibir el primer fluido de la caldera (120) y transferir calor del primer fluido al agua de alimentación de baja calidad en el segundo circuito (140), de manera que el agua de alimentación de baja calidad sale del conjunto de intercambiadores de calor (130) como un vapor supercrítico a una temperatura de al menos 374° C y una presión de al menos 3200 psia, y el primer fluido sale del conjunto de intercambiadores de calor (130) como un vapor condensado que tiene una temperatura de descarga del intercambiador de calor.

2. El sistema de la Reivindicación 1, en donde dos intercambiadores de calor en la pluralidad de intercambiadores de calor (210, 220, 230, 240, 250, 260) se disponen en paralelo.

3. El sistema de la Reivindicación 1, en donde el primer circuito cerrado (110) comprende además un desaireador (164) corriente abajo del conjunto de intercambiadores de calor (130) para tratar el vapor condensado antes de reintroducir el primer fluido en la caldera (120).

4. El sistema de la Reivindicación 3, que comprende además un segmento de derivación (116) que conecta directamente la caldera (120) y el desaireador (164).

5. El sistema de la Reivindicación 4, en donde el primer fluido en el segmento de derivación (116) está en la forma de vapor saturado.

6. El sistema de la Reivindicación 1, en donde el primer circuito cerrado (110) comprende además un sistema de agua de alimentación de relleno (168) para proporcionar primer fluido adicional.

7. El sistema de la Reivindicación 1, en donde la temperatura de salida de la caldera del primer fluido es por lo menos 37° C (100°F) mayor que la temperatura del agua de alimentación de baja calidad que sale del conjunto de intercambiadores de calor (130).

8. Un método para producir vapor de alta presión de agua de alimentación de baja calidad, método que incluye:

calentar un primer fluido en una caldera (120), en donde una porción del primer fluido sale de la caldera (120) como un vapor de baja presión y alta temperatura que tiene una temperatura de salida de la caldera desde alrededor de 315° C (600° F) hasta alrededor de 537° C (1000° F) y una presión desde alrededor de 50 psig hasta alrededor de 1800 psig;

enviar el vapor de alta temperatura a un conjunto de intercambiadores de calor (130), la caldera (120) y el conjunto de intercambiadores de calor (130) formando un primer circuito cerrado (110), incluyendo el conjunto de intercambiadores de calor (130) una pluralidad de intercambiadores de calor (210, 220, 230, 240, 250, 260), cada intercambiador de calor comprendiendo una pluralidad de tubos intercambiadores de calor; y

enviar el agua de alimentación de baja calidad al conjunto de intercambiadores de calor (130), el agua de alimentación de baja calidad estando en un segundo circuito (140) separado del primer circuito cerrado (110), en donde se transfiere calor del primer fluido al agua de alimentación de baja calidad, de manera que el fluido de baja calidad sale del conjunto de intercambiadores de calor (130) como un vapor supercrítico a una temperatura de al menos 374° C y una presión de al menos 3200 psia, y el primer fluido

sale del conjunto de intercambiadores de calor (130) como un vapor condensado que tiene una temperatura de descarga del intercambiador de calor.

9. El método de la Reivindicación 8, en donde dos intercambiadores de calor en la pluralidad de intercambiadores de calor (210, 220, 230, 240, 250, 260) se disponen en paralelo.

10. El método de la Reivindicación 8, que comprende además enviar el vapor condensado en el primer circuito cerrado (110), que sale del conjunto de intercambiadores de calor (130), a un desaireador (164) para tratamiento antes de reintroducir el primer fluido en la caldera (120).

11. El método de la Reivindicación 10, que comprende además enviar el primer fluido de la caldera (120) directamente al desaireador (164) a través de un segmento de derivación (116).

12. El método de la Reivindicación 11, en donde el primer fluido en el segmento de derivación (116) está en la forma de vapor saturado.

13. El método de la Reivindicación 8, que comprende además proporcionar primer fluido adicional al primer circuito cerrado (110) usando un sistema de agua de alimentación de relleno (168).

14. El método de la reivindicación 8, en donde la temperatura de salida de la caldera del primer fluido es por lo menos 37° C (100°F) mayor que la temperatura del agua de alimentación de baja calidad que sale del conjunto de intercambiadores de calor (130).

15. El sistema de la Reivindicación 1, en donde la pluralidad de intercambiadores de calor (210, 220, 230, 240, 250, 260) están dispuestos en dos corrientes paralelas, cada corriente conteniendo una pluralidad de intercambiadores de calor dispuestos en serie de tal manera que el flujo de fluido pueda proceder por una corriente paralela a la vez.

16. El método de la Reivindicación 8, en donde la pluralidad de intercambiadores de calor (210, 220, 230, 240, 250, 260) están dispuestos en dos corrientes paralelas, cada

corriente conteniendo una pluralidad de intercambiadores de calor dispuestos en serie de tal manera que el flujo de fluido pueda proceder por una corriente paralela a la vez.

17. El sistema de la Reivindicación 1, en donde cada intercambiador de calor es un intercambiador de calor de carcasa y tubos, el primer fluido pasando a través de un lado de dicha carcasa y el agua de alimentación de baja calidad pasando a través de un lado de dicho tubo, de tal manera que el primer fluido y el agua de alimentación de baja calidad fluyan en direcciones opuestas.

18. El sistema de la Reivindicación 1, en donde el primer fluido es agua de alimentación de alta calidad.

19. El método de la Reivindicación 8, en donde cada intercambiador de calor es un intercambiador de calor de carcasa y tubos, el primer fluido pasando a través de un lado de dicha carcasa y el agua de alimentación de baja calidad pasando a través de un lado de dicho tubo, de tal manera que el primer fluido y el agua de alimentación de baja calidad fluyan en direcciones opuestas.

20. El método de la Reivindicación 8, en donde el primer fluido es agua de alimentación de alta calidad.

Señor Director

DIRECCION DE NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Referencia: Expediente No. 14-142.238

Asunto: Solicitud de patente para: SISTEMA PARA PRODUCIR VAPOR
DE ALTA PRESIÓN DE AGUA DE BAJA CALIDAD

Solicitante: BABCOCK & WILCOX POWER GENERATION GROUP, INC

Fecha de Solicitud: 2 de julio de 2014

RESPUESTA A PRIMER EXAMEN DE PATENTABILIDAD

Yo, ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI, identificado como aparece al pie de mi firma, en mi condición de apoderado de la sociedad solicitante de la patente de la referencia, doy respuesta al Oficio 8318, notificado por fijación en lista el 12 de junio de 2017.

I. MODIFICACIONES AL CAPÍTULO REIVINDICATORIO

En respuesta al examen de patentabilidad, el solicitante decide aportar un Capítulo Reivindicatorio Modificado conformado por 20 Reivindicaciones en las que se han incluido las siguientes modificaciones:

1. Se incluyeron las características técnicas esenciales de las antiguas Reivindicaciones 2 y 4 en la nueva Reivindicación 1; y se incluyeron las características técnicas esenciales de las antiguas Reivindicaciones 11 y 13 en la nueva Reivindicación 8 (antigua Reivindicación 10).

2. Se agregaron las siguientes seis reivindicaciones:

 i. Reivindicación 15: *El sistema de la Reivindicación 1, en donde la pluralidad de intercambiadores de calor (210, 220, 230, 240, 250, 260) están dispuestos en dos*

“EXCELENCIA LEGAL EN UN MUNDO SIN FRONTERAS”

BOGOTÁ - Edificio Siski - Carrera 4 No. 72 - 35 - Código Postal 110221 - Tel. (57-1) 347 3611 - Fax (57-1) 211 8650 - Fax in U.S.A: (1-305) 675 7743 - COLOMBIA
MEDELLÍN - San Fernando Plaza - Carrera 42 A No. 1 - 25 - Torre 4 - Oficina 303 - Código Postal 050021 - Tel: (57-4) 520 4760 - COLOMBIA
BARRANQUILLA - Calle 64 No. 50-22 - Código Postal 080002 - Barrio El Prado - Tel. (57-5) 3 51 64 40 - COLOMBIA

corrientes paralelas, cada corriente conteniendo una pluralidad de intercambiadores de calor dispuestos en serie de tal manera que el flujo de fluido pueda proceder por una corriente paralela a la vez.

ii. Reivindicación 16: *El método de la Reivindicación 8, en donde la pluralidad de intercambiadores de calor (210, 220, 230, 240, 250, 260) están dispuestos en dos corrientes paralelas, cada corriente conteniendo una pluralidad de intercambiadores de calor dispuestos en serie de tal manera que el flujo de fluido pueda proceder por una corriente paralela a la vez.*

iii. Reivindicación 17: *El sistema de la Reivindicación 1, en donde cada intercambiador de calor es un intercambiador de calor de carcasa y tubos, el primer fluido pasando a través de un lado de dicha carcasa y el agua de alimentación de baja calidad pasando a través de un lado de dicho tubo, de tal manera que el primer fluido y el agua de alimentación de baja calidad fluyan en direcciones opuestas.*

iv. Reivindicación 18: *El sistema de la Reivindicación 1, en donde el primer fluido es agua de alimentación de alta calidad.*

v. Reivindicación 19: *El método de la Reivindicación 8, en donde cada intercambiador de calor es un intercambiador de calor de carcasa y tubos, el primer fluido pasando a través de un lado de dicha carcasa y el agua de alimentación de baja calidad pasando a través de un lado de dicho tubo, de tal manera que el primer fluido y el agua de alimentación de baja calidad fluyan en direcciones opuestas.*

vi. Reivindicación 20: *El método de la Reivindicación 8, en donde el primer fluido es agua de alimentación de alta calidad.*

Las Reivindicaciones 15 y 16 están soportadas en el párrafo 43 del Capítulo Descriptivo de la presente solicitud, mientras que las Reivindicaciones 17, 18, 19 y 20 están soportadas en el párrafo 44.

3. Se agregaron los números de referencia de las figuras frente a las características correspondientes, con el objetivo de distinguir los elementos de la invención y mejorar la claridad de ésta.

4. Se hizo la conversión de grados Fahrenheit a grados Celsius.

5. Se agregaron los rangos de temperatura y presión del vapor que sale de la caldera.

6. Se agregó la expresión *“incluye una pluralidad de intercambiadores de calor (210, 220, 230, 240, 250, 260), cada intercambiador de calor comprendiendo una pluralidad de tubos intercambiadores de calor, y en donde el conjunto de intercambiadores de calor (130)”* en las Reivindicaciones 1 y 8 con el fin de definir con mayor claridad las características del conjunto de intercambiadores de calor. Esta adición está soportada en el párrafo 43 del Capítulo Descriptivo de la presente solicitud.

7. Todas las reivindicaciones, así como sus relaciones de dependencia, fueron reenumeradas de acuerdo con los cambios anteriormente mencionados.

Esta modificación se ajusta al Artículo 34 de la Decisión 486 de 2000, ya que no constituye una ampliación de la protección que correspondería a la divulgación contenida en la solicitud inicial.

II. EN CUANTO A LA CLARIDAD

3.1 El Examinador señala que el Capítulo Reivindicatorio no es claro ni conciso por las siguientes razones:

- Las Reivindicaciones 1 a 5, 7 y 8 no es clara porque presentan términos generales tales como: *“un primer circuito cerrado”, “primer fluido”, “primer circuito cerrado”, “temperatura de salida”* (Reiv. 1), *“segundo circuito”* (Reiv. 1), *“agua de alimentación de baja calidad”* (Reiv. 1), *“desaireador”* (Reiv. 5), *“vapor saturado”* (Reiv. 7), *“sistema de alimentación de relleno”* (Reiv. 8), *“primer fluido adicional”, “calentar”* (Reiv. 8) los cuales, aunque corresponden a términos conocidos, abarcan una extensa gama de posibilidades, de tal manera que sugieren de forma imprecisa que la protección se extiende a otras posibles variaciones o modificaciones.
- Las Reivindicaciones 1 a 6 no es clara porque presentan términos indefinidos y/o imprecisos tales como: *“conjunto”* (Reiv. 1, 2, 3, 4, 5), *“por lo menos”* (Reiv. 1, 2, 3), *“una porción”* (Reiv.1), *“alta temperatura”, “adapta”* (Reiv. 1), *“pluralidad”* (Reiv. 2), *“supercrítico”* (Reiv. 4), *“segmento de derivación”* (Reiv. 6), *“alta temperatura”* (Reiv. 10) utilizados para definir el rango de varias características del proceso deben eliminarse. Estos términos no permiten establecer un intervalo puntual para

cada una de las características técnicas, no siendo estas precisas y por lo tanto no claras, ya que no permiten una comparación con el estado de la técnica.

- En las reivindicaciones las expresiones, *“en donde el conjunto de intercambiadores de calor se adapta para recibir el primer fluido de la caldera y transferir calor de primer fluido de agua de alimentación de baja calidad en el segundo circuito (...)”* (Reiv. 1), *“para tratar el vapor condensado antes de reintroducir el primer fluido en la caldera”* (Reiv. 5), *“para proporcionar primer fluido adicional”* (Reiv. 8), *“en donde la temperatura de salida de la caldera (...)”* (Reiv.9 y 18), “ y *“para tratamiento antes de reintroducir el primer fluido en la caldera”* (Reiv. 14), corresponden a características funcionales, las cuales, aunque explican la relación que hay entre diversas características estructurales y pueden estar incluidas en las reivindicaciones, no definen la invención.
- Las Reivindicaciones 10 a 18 tienen por objeto un proceso, sin embargo, aunque muestra la secuencia de etapas técnicas no las condiciones técnicas (temperaturas, flujos, presiones, etc.), por medio de las cuales deba llevarse a cabo dicho método, por todo lo anterior estas reivindicaciones no son claras.
- Sugiere incluir al frente de la característica o del elemento, el número de referencia de las gráficas o dibujos, guardando correspondencia con el Capítulo Descriptivo y dicho Capítulo Reivindicatorio, con el objetivo de comprender mejor la invención al momento de hacer el análisis y distinguir los elementos de dicha invención.
- Las Reivindicaciones 9 y 18 la unidad de temperatura, no se encuentran en el sistema internacional.
- Las Reivindicaciones 9 y 18, no son claras ya que hacen referencia a *“la temperatura de la salida de la caldera del primer fluido es por lo menos 100°F mayor que la temperatura del agua de alimentación de baja calidad que sale del conjunto de intercambiadores de calor”*.

3.2 Con respecto a falta de claridad y precisión de la Reivindicación 1, me permito llamar la atención del Examinador sobre el Capítulo Reivindicatorio Modificado adjunto, en el cual se especifican los rangos de temperatura y presión del primer fluido al momento en que sale de la caldera. Adicionalmente, deseo aclarar que el inventor está en derecho de reclamar la totalidad del concepto inventivo, que en el presente caso corresponde al sistema de producción de vapor de alta calidad definido estructuralmente

en la Reivindicación 1 y al método de producción de vapor de alta calidad definido por sus características técnicas en la Reivindicación 8 (antigua Reivindicación 10). Las expresiones objetadas por el Examinador en las Reivindicaciones 3, 5 y 6 (antiguas Reivindicaciones 5, 7 y 8, respectivamente) no corresponden a características técnicas esenciales de la presente invención sino a modalidades preferidas que, para el presente caso, consisten en propiedades del vapor de salida y equipo específico del sistema. Siendo así, considero superada la objeción.

3.3 En relación a la expresión *“alta temperatura”*, me permito llamar la atención del Examinador acerca del Capítulo Reivindicatorio Modificado adjunto, en el cual se especifican los rangos de temperatura y presión del primer fluido al momento en que sale de la caldera, superando así la objeción.

Con respecto al término *“al menos”*, éste ha sido eliminado de las Reivindicaciones 1, 3 y 12. Sin embargo, se mantiene en donde hace alusión a los rangos de temperatura y presión bajo el argumento de que cualquier persona del oficio normalmente versada en la materia puede entender que el término *“al menos”* se usa para establecer un mínimo de temperatura y presión, tal y como es aceptado de acuerdo con las prácticas mundiales de patentes.

En relación a los términos *“conjunto”*, *“una porción”*, *“adapta”*, *“pluralidad”*, *“supercrítico”* y *“segmento de derivación”*, considero que dichas expresiones son perfectamente claras para cualquier persona del oficio normalmente versada en la materia, y son aceptadas de acuerdo con las prácticas mundiales de patentes. Más aún, el inventor está en derecho de reclamar la totalidad del concepto inventivo, que en el presente caso corresponde al sistema de producción de vapor de alta calidad definido estructuralmente en la Reivindicación 1 y al método de producción de vapor de alta calidad definido por sus características técnicas en la Reivindicación 8 (antigua Reivindicación 10) en cualquiera de sus formas comerciales. Proveer detalles adicionales limitaría la protección de la patente y restringiría injustamente la protección a la cual el solicitante tiene derecho.

3.4 En relación a las características funcionales, la Guía para Examen de Solicitudes de Patente y Modelos de Utilidad de la Superintendencia de Industria y Comercio, menciona

que éstas son permitidas si la invención también está definida por sus características estructurales¹. En el presente caso, las características estructurales de la invención, tales como el primer circuito cerrado, la caldera, el conjunto de intercambiadores de calor y el segundo circuito, están definidas en la Reivindicación 1, de manera que las características funcionales citadas por el Examinador no sólo son aceptables sino que describen interacciones entre los distintos elementos de la invención para así entenderla con mayor claridad. Siendo así, considero superada la objeción.

3.5 Con respecto al proceso descrito en las nuevas Reivindicaciones 8 y 14 (antiguas Reivindicaciones 10 y 18, respectivamente), me permito llamar la atención del Examinador acerca del Capítulo Reivindicatorio modificado adjunto, en donde se han indicado las condiciones técnicas del proceso con el fin de definir el método. Por lo tanto, considero superada la objeción.

3.6 Sobre la falta de números de referencia a las figuras, me permito llamar la atención del Examinador acerca del Capítulo Reivindicatorio modificado adjunto, en donde se han incluido dichas referencias. Por lo tanto, considero superada la objeción.

3.7 En cuanto a las temperaturas registradas en escala Fahrenheit, me permito llamar la atención del Examinador acerca del Capítulo Reivindicatorio modificado adjunto, en donde se han realizado las conversiones pertinentes a grados Celsius, manteniendo entre paréntesis el valor original en Fahrenheit con el fin de preservar la definición original. Por lo tanto, considero superada la objeción.

3.8 A propósito de la falta de claridad de la expresión *“la temperatura de la salida de la caldera del primer fluido es por lo menos 100°F mayor que la temperatura del agua de alimentación de baja calidad que sale del conjunto de intercambiadores de calor”* objetada en las Reivindicaciones 7 y 14 (antiguas Reivindicaciones 9 y 18, respectivamente), respetuosamente difiero de la opinión del Examinador pues considero que cualquier persona del oficio normalmente versada en la materia entiende que la expresión mencionada se refiere a que la diferencia entre la temperatura de salida de la caldera y la

¹ Superintendencia de Industria y Comercio, *Guía para Examen de Solicitudes de Patente de Invención y Modelo de Utilidad* (Bogotá, Colombia, 2014). Sección 2.6.5.4

temperatura del agua de alimentación de baja calidad es mayor o igual a 100º F, siendo la primera superior a la segunda.

Con base en todo lo anterior, considero que el Capítulo Reivindicatorio Modificado adjunto cumple con todos los requisitos de claridad y concisión, ajustándose así a los lineamientos del Artículo 30 de la Decisión 486, ya que cualquier persona medianamente versada en la materia está en completa capacidad de reproducir la invención sin ambigüedad alguna.

III. EN CUANTO AL CAPÍTULO DESCRIPTIVO

3.1. El Examinador sugiere cambiar todos los valores de temperatura que se encuentra en unidades Fahrenheit (F) al Sistema Internacional.

3.2. Teniendo en cuenta la amable sugerencia del Examinador, adjunto al presente memorial un Capítulo Descriptivo Modificado en el cual se hizo la conversión de Fahrenheit a Celsius, manteniendo entre paréntesis el valor original en Fahrenheit con el fin de preservar la definición original. Por lo tanto, considero superada la objeción.

IV. ESTADO DE LA TÉCNICA

El Examinador determinó dos documentos como relevantes para realizar el análisis de patentabilidad de la presente patente de invención:

4.1 D1, referido al documento US4745757 titulado "*Combined heat recovery and make-up water heating system*" que divulga una planta de cogeneración se da a conocer en la que el agua de alimentación desde el calentador desaireador se coloca en relación de intercambio de calor con el agua de reposición antes de que el agua de reposición se suministra al calentador desaireador. La cantidad de calor transferido desde el agua de alimentación para agua de reposición se controla en respuesta a la temperatura de gas de la chimenea. El agua de alimentación del intercambiador de calor se coloca a continuación en relación de intercambio de calor con el gas de la chimenea, ya sea en el economizador o por medio de una bobina separada, para aprovechar el calor residual que de otra manera se perdería (Resumen).

4.2 D2, referido al documento US201361009 titulado “*Steam generator and method for generating steam*” que divulga un método para la generación de vapor de una corriente de entrada de agua de alimentación incluyendo impurezas. El método consiste en la recepción de la corriente de entrada de agua de alimentación en una entrada de un generador de vapor y haciendo que la corriente de agua de alimentación fluya a través de un circuito de tubos a una salida del circuito de tubos, el circuito de tubo que tiene un diámetro sustancialmente un-ánima definida por una pared de metal. El método también implica la entrega de un flujo de calor a la corriente de agua de alimentación a través de la pared de metal del circuito de tubos para generar vapor, causando la evaporación del agua de alimentación en el circuito de tubos, y el control de al menos uno de una velocidad de flujo de la corriente de agua de alimentación y el flujo de calor para provocar la generación de una corriente de salida en la salida incluye una parte de vapor y la porción de fase líquida, la porción de vapor es mayor que aproximadamente 80% de la corriente de salida en masa, la porción de vapor proporciona una refrigeración suficiente de la pared de metal para mantener una temperatura de pared a menos de una temperatura umbral (Resumen).

V. EN CUANTO AL NIVEL INVENTIVO

5.1. El Examinador considera que D1 es el estado de la técnica más cercano a la invención definida en la Reivindicación 1 porque divulga sistemas de producción de vapor existentes (26), que tienen la temperatura de gas de alta pila, con el fin de recuperar el calor residual y producir energía útil. En adaptación de este sistema en una planta existente, se requerirá superficie economizadora adicional para mantener la misma condición del agua de alimentación en la válvula de control de nivel. La aplicación de la presente invención es particularmente beneficioso para las plantas de cogeneración diseñados para la inyección de vapor en masa en la turbina de gas que resulta en aumento de la energía eléctrica, debido a las cantidades relativamente grandes de agua de relleno requerida (Col. 7, líneas 27 a 37).

De acuerdo con el Examinador, la diferencia entre la invención definida en la Reivindicación 1 y el sistema divulgado de D1 consiste en que este último no menciona un segundo circuito en comunicación fluida con el conjunto de intercambiadores de calor, el

segundo circuito conteniendo del agua de alimentación de baja calidad y en donde el conjunto de intercambiadores de calor se adapta para recibir el primer fluido de la caldera y transferir calor del primer fluido al agua de alimentación de baja calidad en el segundo circuito, de manera que el agua de alimentación de baja calidad sale del conjunto de intercambiadores de calor como un vapor de alta presión y el primer fluido sale del conjunto de intercambiadores de calor como un vapor condensado que tiene una temperatura de descarga del intercambiador de calor.

El efecto que logra el incluir un segundo circuito en comunicación fluida con el conjunto de intercambiadores de calor, el segundo circuito conteniendo del agua de alimentación de baja calidad y en donde el conjunto de intercambiadores de calor se adapta para recibir el primer fluido de la caldera y transferir calor del primer fluido al agua de alimentación de baja calidad en el segundo circuito, de manera que el agua de alimentación de baja calidad sale del conjunto de intercambiadores de calor como un vapor de alta presión y el primer fluido sale del conjunto de intercambiadores de calor como un vapor condensado que tiene una temperatura de descarga del intercambiador de calor, es que, el agua de baja calidad se convierte en vapor de alta presión y puede usarse en un proceso designado, con el fin de reducir la corrosión y el tiempo de improductivo en el mantenimiento en la caldera.

Por lo tanto, el Examinador plantea que el problema técnico objetivo que pretende resolver esta invención se puede formular así: *¿cómo modificar el sistema conocido en D1 con el fin de convertir el agua en vapor de alta presión y reducir la corrosión?*

Sin embargo, el Examinador afirma que ya eran conocidos en el estado de la técnica procesos en el documento D2 que se refiere a la generación de vapor y más particularmente a la generación de vapor de una corriente de entrada de agua de alimentación incluyendo impurezas (Párr. 0003), en donde, el generador de vapor (100) incluye también un circuito de tubos (104) en comunicación con la entrada (102). El circuito de tubos (104) está alojado dentro de una cámara (108) y, en esta realización, el circuito de tubos (104) comprende pluralidad de secciones de tubo (110) acoplados entre sí mediante un tubo se dobla (112) proporcionar un circuito de tubería de plegado se extiende a través de la cámara a una toma (106) (...). La sección de tubo (110) y el tubo se dobla (112) tienen paredes de metal (116) que definen una forma sustancialmente un-

estriado taladro (118) para llevar la corriente de agua de alimentación a través del generador de vapor (100). El tubo del circuito (104) está en comunicación térmica con una fuente de calor (120) que proporciona un flujo de calor (122) a la corriente de agua de alimentación a través de la pared metálica (116) del circuito de tubos para generar vapor, causando la evaporación del agua de alimentación en el circuito de tubos (...) (Párr. 0049).

En consecuencia, el Examinador argumenta que una persona del oficio normalmente versada en la materia, introduciría un segundo circuito en comunicación fluida con el conjunto de intercambiadores de calor, el segundo circuito conteniendo del agua de alimentación de baja calidad y en donde el conjunto de intercambiadores de calor se adapta para recibir el primer fluido de la caldera y transferir calor del primer fluido al agua de alimentación de baja calidad en el segundo circuito, de manera que el agua de alimentación de baja calidad sale del conjunto de intercambiadores de calor como un vapor de alta presión y el primer fluido sale del conjunto de intercambiadores de calor como un vapor condensado que tiene una temperatura de descarga del intercambiador de calor en el sistema divulgado en el documento D1 para llegar así al objeto de la Reivindicación 1 de la solicitud. Basado en este argumento, el Examinador juzga que la invención reclamada se considera obvia frente a D1 y D2.

Continúa el Examinador argumentando que D1 divulga las características de las reivindicaciones dependientes así:

- Reivindicaciones 2 y 3: Columna 5, líneas 48-59;
- Reivindicación 5: Figura 2 y Columna 3, líneas 11-18;
- Reivindicación 6: la Figura 2 muestra el segmento de derivación entre la caldera y el desaireador;
- Reivindicaciones 7 y 8: Columna 3, líneas 52-61;

Adicionalmente, el Examinador afirma que la Reivindicación 4 es afectada con el conocimiento del técnico, *“el experto medio deberá poseer experiencia y contar con un saber general en la materia y con una serie de conocimientos en el campo específico de la invención²”*, el cual conoce que Kodra y Balakataiah (1992) analizaron la oxidación acuosa de residuos diluidos, encontrando diferencias importantes entre la operación en

² Proceso 43-IP-2002, publicado en la G.O.A.C. Nº 870, de 9 de diciembre de 2002, caso: formulaciones de péptidos hidrosolubles de liberación retardada

condiciones subcríticas y supercríticas. Los requerimientos energéticos son considerablemente mayores para la oxidación supercrítica (a temperaturas cercanas a los 600° C) y son comparables a los de la incineración. Sus cálculos muestran que la eficacia del intercambiador de calor disminuye significativamente en las cercanías del punto crítico y se requieren áreas de transferencia de calor excesivamente grandes incluso para residuos que contengan calores de combustión cercanos a 1000 kJ/kg (aproximadamente 25 g/l de benceno, lo que supondría una DQO de 77g O₂/l)³.

Continúa el Examinador diciendo que las reivindicaciones dependientes 2, 3, 5 a 9 carecen de nivel inventivo pues no mencionan alguna característica que, junto con las características de la reivindicación independiente, aporte nivel inventivo al sistema de la Reivindicación 1.

5.2. El Examinador considera que D1 es el estado de la técnica más cercano a la invención definida en la Reivindicación 10 porque divulga un sistema, método y aparato de producción de vapor nuevo y mejorado para recuperar calor de los gases de escape de tal manera como para aumentar la eficiencia global de la planta sin condensación no deseable en el gas de escape (Col. 1, líneas 26-31).

De acuerdo con el Examinador, la diferencia entre la invención definida en la Reivindicación 10 y el sistema divulgado de D1 consiste en que este último no menciona que el agua de alimentación de baja calidad estando en un segundo circuito, se encuentra separada del primer circuito cerrado, en donde se transfiere calor del primer fluido al agua de alimentación de baja calidad.

El efecto que logra el incluir el agua de alimentación de baja calidad estando en un segundo circuito que se encuentra separada del primer circuito cerrado, en donde se transfiere calor del primer fluido al agua de alimentación de baja calidad, es que, el agua de baja calidad se convierte en vapor de alta presión y puede usarse en un proceso designado, con el fin de reducir la corrosión y el tiempo de improductivo en el mantenimiento en la caldera.

³http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70333/fichero/02_Oxidaci%C3%B3n+en+agua+supercr%C3%ADtica.pdf

Por lo tanto, el Examinador plantea que el problema técnico objetivo que pretende resolver esta invención se puede formular así: *¿cómo modificar el método conocido en D1 con el fin de convertir el agua en vapor de alta presión y reducir la corrosión?*

Sin embargo, ya eran conocidos en el estado de la técnica procesos en el documento D2 que se refiere a la generación de vapor y más particularmente a la generación de vapor de una corriente de entrada de agua de alimentación incluyendo impurezas (Párr. 0003), en donde, el generador de vapor (100) incluye también un circuito de tubos (104) en comunicación con la entrada (102). El circuito de tubos (104) está alojado dentro de una cámara (108) y, en esta realización, el circuito de tubos (104) comprende pluralidad de secciones de tubo (110) acoplados entre sí mediante un tubo se dobla (112) proporcionar un circuito de tubería de plegado se extiende a través de la cámara a una toma (106) (...). La sección de tubo (110) y el tubo se dobla (112) tienen paredes de metal (116) que definen una forma sustancialmente un-estriado taladro (118) para llevar la corriente de agua de alimentación a través del generador de vapor (100). El tubo del circuito (104) está en comunicación térmica con una fuente de calor (120) que proporciona un flujo de calor (122) a la corriente de agua de alimentación a través de la pared metálica (116) del circuito de tubos para generar vapor, causando la evaporación del agua de alimentación en el circuito de tubos (...) (Párr. 0049).

En consecuencia, la persona del oficio normalmente versada en la materia, introduciría el agua de alimentación de baja calidad estando en un segundo circuito que se encuentra separada del primer circuito cerrado, en donde se transfiere calor del primer fluido al agua de alimentación de baja calidad en el método divulgado en el documento D1 para llegar así al objeto de la Reivindicación 8 (antigua Reivindicación 10) de la solicitud. Basado en este argumento, el Examinador juzga que la invención reclamada se considera obvia frente a D1 y D2.

Continúa el examinador argumentando que D1 divulga las características de las reivindicaciones dependientes así:

- Reivindicaciones 11 y 12: Columna 5, líneas 48-59;
- Reivindicación 14: Figura 2 y Columna 3, líneas 11-18;
- Reivindicación 15: la Figura 2 muestra el segmento de derivación entre la caldera y el desaireador;

- Reivindicaciones 16 y 17: Columna 3, líneas 52-61;

Adicionalmente, el Examinador afirma que la Reivindicación 13 es afectada con el conocimiento del técnico, *“el experto medio deberá poseer experiencia y contar con un saber general en la materia y con una serie de conocimientos en el campo específico de la invención⁴”*, el cual conoce que Kodra y Balakataiah (1992) analizaron la oxidación acuosa de residuos diluidos, encontrando diferencias importantes entre la operación en condiciones subcríticas y supercríticas. Los requerimientos energéticos son considerablemente mayores para la oxidación supercrítica (a temperaturas cercanas a los 600º C) y son comparables a los de la incineración. Sus cálculos muestran que la eficacia del intercambiador de calor disminuye significativamente en las cercanías del punto crítico y se requieren áreas de transferencia de calor excesivamente grandes incluso para residuos que contengan calores de combustión cercanos a 1000 kJ/kg (aproximadamente 25 g/l de benceno, lo que supondría una DQO de 77g O₂/l)⁵.

Continúa el Examinador diciendo que las reivindicaciones dependientes 11 a 14 a 17 carecen de nivel inventivo pues no mencionan alguna característica que, junto con las características de la reivindicación independiente, aporte nivel inventivo al sistema de la Reivindicación 10.

5.3. Como respuesta a la objeción de nivel inventivo referente a las Reivindicaciones independientes (1 y 8), quisiera respetuosamente señalar que el Examinador está pasando por alto el propósito principal de la invención reclamada, el cual consiste en minimizar costos, gastos y esfuerzo en el mantenimiento del sistema. Debido a esto, la formulación del método problema-solución presentada por el Examinador es desacertada.

En relación con el nivel inventivo, respetuosamente difiero de la opinión del Examinador. Con el fin de demostrar el nivel inventivo de la presente invención, y basándome en la Guía para Examen de Solicitudes de Patente de Invención y Modelo de Utilidad (Guía de la SIC) sobre el método problema-solución, a continuación expongo cómo el arte previo

⁴ Proceso 43-IP-2002, publicado en la G.O.A.C. Nº 870, de 9 de diciembre de 2002, caso: formulaciones de péptidos hidrosolubles de liberación retardada

⁵http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70333/fichero/02_Oxidaci%C3%B3n+en+agua+supercr%C3%ADtica.pdf

citado por el Examinador no llevaría a la persona del oficio normalmente versada en la materia a la invención reclamada.

Identificar el estado de la técnica cercano a la invención reivindicada

Coincido con el Examinador en que D1 es el estado de la técnica más cercano pues divulga un sistema para producir vapor de alta presión que comprende: un primer circuito cerrado que contiene un primer fluido, el primer circuito cerrado conteniendo una caldera y un conjunto de intercambiadores de calor corriente debajo de la caldera, en donde al menos una porción del primer fluido sale de la caldera como vapor de alta presión, una carga de vapor en comunicación fluida con el conjunto de intercambiadores de calor, y en donde el conjunto de intercambiadores de calor se adapta para recibir el primer fluido desde la caldera y transferir calor desde el primer fluido hacia la carga de vapor, y el primer fluido sale del conjunto de intercambiadores de calor como vapor condensado.

Determinar la diferencia entre la invención y estado de la técnica cercano

Coincido con el Examinador en que la diferencia técnica entre la invención reclamada en la presente solicitud y la materia divulgada en D1 es que éste último no menciona un segundo circuito que contiene agua de alimentación de baja calidad, la cual sale del conjunto de intercambiadores de calor como vapor de alta presión.

Definir el efecto técnico causado y atribuible al elemento diferencial

Sin embargo, no comparto la opinión del Examinador en relación al efecto técnico que dichas diferencias causan. Según el Examinador, el efecto técnico es que el agua de baja calidad se convierte en vapor de alta presión y puede usarse en un proceso designado, con el fin de reducir la corrosión y el tiempo de improductivo en el mantenimiento en la caldera. Sin embargo, el sistema divulgado por D1 ya es capaz de convertir el agua en vapor de alta presión, de manera que dicho efecto no puede ser causado por las diferencias técnicas entre D1 y la materia reclamada.

El Capítulo Descriptivo de la presente solicitud claramente menciona que el proceso *“minimiza la cantidad de esfuerzo invertido en el mantenimiento ya que depósitos (v.g.,*

incrustaciones) ocurren generalmente más en el conjunto de intercambiadores de calor que en la caldera, como ocurrirían si el agua de alimentación de baja calidad se calentara directamente por la caldera. Esto minimiza así mismo los principales gastos asociados con la instalación y operación de un sistema de depuración de agua de alta pureza en gran volumen que, de lo contrario, se necesitaría. El ciclo de agua y vapor de la caldera se desacopla del ciclo de vapor del proceso” (Capítulo Descriptivo, párrafo [0034]).

Por consiguiente, el efecto técnico de la presente invención, en resumidas palabras, es minimizar los costos asociados a la instalación y mantenimiento del proceso.

Deducir el problema técnico objetivo

Según la Guía de la SIC, el problema técnico debería plantearse como: “¿cómo modificar o adaptar el estado de la técnica cercano para obtener el efecto técnico que la invención proporciona?”⁶ En el presente caso, el Examinador plantea un problema técnico desacertado, ya que considera la conversión de agua en vapor de alta presión y reducir la corrosión como el efecto técnico. Siendo así, el problema técnico de acuerdo con el método problema solución puede formularse de la siguiente manera: “¿cómo modificar el sistema de D1 para minimizar los costos asociados con la instalación y mantenimiento?”

Evaluar si la invención reivindicada, partiendo del estado de la técnica cercano y del problema técnico objetivo, habría sido obvia para la persona medianamente versada en la materia

En esta etapa de la evaluación de nivel inventivo, la Guía de la SIC indica que se debe evaluar si la invención resulta obvia y que para ello el Examinador debe buscar si en el estado de la técnica en su conjunto existe alguna indicación que lleve a la persona medianamente versada en la materia a modificar o adaptar el estado de la técnica más cercano para resolver el problema técnico.⁷

⁶ Superintendencia de Industria y Comercio, *Guía para Examen de Solicitudes de Patente de Invención y Modelo de Utilidad* (Bogotá, Colombia, 2014).

⁷ Oficina Internacional de la OMPI, *Manual para el Examen de Solicitudes de Patente de Invención en las Oficinas de Propiedad Industrial de los Países de la Comunidad Andina* (Quito, Ecuador, 2004).

Al analizar si una persona medianamente versada en la materia es capaz de resolver el problema técnico, de una manera obvia, basándose en lo revelado en el arte previo, considero que tal declaración es desacertada. Lo anterior a la luz de las enseñanzas específicas de D1 y D2.

En el presente caso, D2 divulga un método para generar vapor a partir de agua de baja calidad usando una fuente de calor para entregar un flujo de calor a un circuito de tubos. Adicionalmente, D2 no indica que el intercambiador de calor use vapor como fuente de calor, ni que el vapor que sale del intercambiador de calor está en la forma de vapor supercrítico.

Más aún, el Examinador cita la Columna 5, líneas 48-59 de D1 para argumentar que las Reivindicaciones 2 y 3 ya han sido divulgadas por D1. Sin embargo, en esta sección, D1 hace referencia a un único intercambiador de calor, mientras que las Reivindicaciones 2 y 3 mencionan una *“pluralidad de intercambiadores de calor”*. De manera similar, D2 sólo divulga un único intercambiador de calor el cual contiene múltiples tubos. En relación a este punto, quisiera llamar la atención del Examinador acerca del Capítulo Reivindicatorio Modificado, en donde las reivindicaciones han sido modificados para especificar que cada intercambiador de calor comprende una pluralidad de tubos, de tal manera que los múltiples tubos del intercambiador de calor descrito en D2 no son equivalentes a la pluralidad de intercambiadores de calor reclamada en la presente solicitud.

Con base en los argumentos presentados, me permito afirmar que no hay nada en D1 y D2 que enseñe o sugiera que una persona del oficio normalmente versada en la materia modificaría el sistema de D1 con el circuito de tubos de D2, ni que tal modificación necesariamente resultaría en un intercambiador de calor adaptado para transferir calor desde el primer fluido hacia el agua de alimentación de baja calidad en el segundo circuito, de tal manera que el agua de alimentación de baja calidad saliera del conjunto de intercambiadores de calor en forma de vapor condensado, teniendo una temperatura de descarga del intercambiador de calor. Más aún, quisiera llamar la atención del Examinador acerca del Capítulo Reivindicatorio Modificado adjunto, en donde se han especificado los rangos requeridos de temperatura y presión, los cuales no son enseñados por D1 o D2.

Según el Manual para el Examen de Solicitudes de Patente de Invención en las Oficinas de Propiedad Industrial de los Países de la Comunidad Andina⁸, se considera que las invenciones tienen nivel inventivo si la materia reclamada tiene una estructura inesperada y efectos sorprendentes o mejorados. En el presente caso, es evidente que las características técnicas esenciales de la invención no se podían prever a partir de las enseñanzas del arte previo citado por el Examinador sin llevar a cabo actividad inventiva.

Adicionalmente, me permito señalar que los argumentos del Examinador claramente muestran un análisis en retrospectiva pues, a pesar de que D2 menciona algunas características, no divulga ninguna de las características técnicas reclamadas, ni hay ninguna enseñanza particular en D1 que motivara a una persona del oficio normalmente versada en la materia a realizar las modificaciones particulares. Considero que el Examinador combinó las características estructurales anteriormente mostradas en D1 y D2 sin tener una razón diferente a que dicha combinación ya se encontraba descrita en las reivindicaciones de la presente solicitud.

En el presente caso, tan solo la mención de algunas características en el arte previo no da explícitamente una guía a la persona del oficio normalmente versada en la materia para obtener la invención reclamada. Estas divulgaciones únicamente representan una invitación para que se haga investigación y desarrollo en el campo, pero no orienta directamente y sin ambigüedad a obtener la invención reclamada.

Por último, quisiera hacer énfasis en que para la persona medianamente versada en la materia debe ser evidente derivable la invención basándose únicamente en el arte previo citado por el Examinador (D1 y D2, en el presente caso), para hacer de la invención carente de nivel inventivo. De hecho, la Guía de la SIC claramente indica que solo se deben usar dos documentos para estudiar el nivel inventivo. Sin embargo, el Examinador utiliza, además de D1 y D2, una referencia más como pie de página para indicar que la invención carece de nivel inventivo. Al respecto, la Guía de la SIC señala que una invención presenta nivel inventivo si es necesario citar más de dos documentos para probar su falta de nivel inventivo.⁹ Con base en lo anterior, reitero que la invención si reviste de nivel inventivo.

⁸ *Manual para el Examen de Solicitudes de Patente de Invención en las Oficinas de Propiedad Industrial de los Países de la Comunidad Andina*(Quito, Ecuador, 2004).

⁹ Superintendencia de Industria y Comercio, *Guía de la SIC*.

VI. PETICIÓN

1. Puesto que se ha dado respuesta a todas las objeciones formuladas por la Dirección de Nuevas Creaciones, se solicita proceder al otorgamiento de la solicitud de patente.

2. De manera subsidiaria, y en caso de que la Dirección de Nuevas Creaciones tenga observaciones adicionales a la patentabilidad del invento, solicito emitir un nuevo requerimiento en el marco del Artículo 45 de la Decisión 486 de 2000.

VII. ANEXOS

1. Capítulo Reivindicatorio Modificado conformado por 20 reivindicaciones.

2. Recibo de pago correspondiente por 2 reivindicaciones adicionales.

3. Capítulo Descriptivo Modificado.

Señor Director,

ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI

C.C. 79.780.910 de Bogotá

T.P. 114.908

COLO-16645-0801-0009-6

SSR\SAR\ID-297337\WPC16645

No. M-2017-297337\SSR

SISTEMA PARA PRODUCIR VAPOR DE ALTA PRESIÓN DE AGUA DE BAJA CALIDAD

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

[0001] Esta solicitud reclama prioridad a la Solicitud Provisional de los Estados Unidos Serial No. 61/842,157, presentada el 2 de julio de 2013 titulada “Sistema para Producir Vapor de alta Presión de Agua de Baja Calidad”. La Solicitud Provisional de los Estados Unidos Serial No. 61/842,157, presentada el 11 de abril de 2013 titulada “Sistema Dual para Producir Vapor de Alta Presión de Agua de Baja Calidad” se incorpora aquí por referencia en su totalidad.

ANTECEDENTES

[0002] La presente divulgación se refiere a sistemas y métodos para producir vapor de alta presión usando una fuente de agua de alimentación de calidad baja o deficiente. Esto puede llevarse a cabo sin tratar continuamente grandes cantidades de agua.

[0003] Durante la combustión, la energía química en un combustible se convierte en calor térmico dentro del horno de una caldera. El calor térmico se captura a través de superficies que absorben calor en la caldera para producir vapor. Los combustibles usados en el horno incluyen una amplia gama de sustancias sólidas, líquidas y gaseosas, incluyendo carbón, gas natural y aceite diesel.

[0004] La generación de vapor de un sistema de calderas implica procesos térmicos y físicos de transferencia de calor, flujo de fluido, evaporación y condensación de una mezcla de fluido de agua de alimentación, que incluye agua y vapor. A medida que las temperaturas y presiones del agua de alimentación y el vapor producido cambian, los materiales disueltos en el agua pueden precipitarse y/o depositarse en el lado del agua de la caldera. Estos incluyen materiales tales como óxidos, hidróxidos, hidratos, carbonatos, y otras impurezas orgánicas/químicas. Estos depósitos pueden tener como resultado la formación de incrustaciones en el interior de las superficies de los tubos, o pueden facilitar la corrosión de materiales estructurales en el sistema de calderas. Estos depósitos y/o corrosión, combinados con los altos flujos de calor encontrados en la sección del horno de una caldera, pueden acarrear fallas de los tubos. Aunque las incrustaciones/depósitos pueden eliminarse usando varios procesos de limpieza y mantenimiento, esto lleva a tiempo improductivo.

[0005] Sistemas típicos para suministrar vapor de alta temperatura y alta presión a diferentes procesos implican generalmente el calentamiento directo del agua de

alimentación en la caldera. Normalmente se requiere agua de alimentación de alta pureza para evitar las incrustaciones/depósitos en los tubos de la caldera, otros dispositivos asociados con el sistema, y las tuberías en comunicación fluida con ellos. El agua de alimentación de baja calidad puede tratarse/depurarse para obtener agua de alimentación de alta pureza. Aunque esto es aceptable en un circuito cerrado en el que el agua de alimentación de alta pureza tratada se recicla a través de la caldera, el tratamiento/depuración del agua de alimentación se hace prohibitivamente costoso(a) en un ciclo de circuito abierto porque el sistema de tratamiento del agua de alimentación necesitaría producir continuamente agua de alta pureza a una tasa que es igual al requerimiento del flujo de vapor del proceso. De lo contrario, el flujo de calor en los tubos de la caldera, causado por usar agua de alimentación de baja calidad, tendría como resultado depósitos/acumulación de impurezas.

[0006] Sin embargo, no todos los procesos comerciales que requieren vapor de alta presión exigen también que el vapor tenga un nivel tan alto de pureza como el agua de alimentación para un sistema de calderas. Sería deseable proporcionar sistemas y métodos que puedan producir vapor de alta presión sin la necesidad concurrente de producir o usar continuamente agua de alimentación de alta calidad, y sin aumentar el tiempo improductivo o el mantenimiento de la caldera.

BREVE DESCRIPCIÓN

[0007] La presente divulgación se refiere a un sistema para producir vapor de alta presión de agua de alimentación de baja calidad para un proceso designado. El sistema incluye un primer sistema de tuberías de circuito cerrado en comunicación fluida con una caldera y un conjunto de intercambiadores de calor. Un primer fluido se abastece en el primer sistema de tuberías de circuito cerrado, y una porción del primer fluido sale de la caldera como vapor de alta temperatura que tiene una temperatura de salida de la caldera. Un segundo sistema de tuberías de circuito para el proceso designado está en comunicación fluida con el conjunto de intercambiadores de calor, y contiene el agua de alimentación de baja calidad. El calor del primer fluido se transfiere al agua de alimentación de baja calidad a través del intercambiador de calor. El primer sistema de tuberías y el segundo sistema de tuberías no están en comunicación fluida, es decir, el primer fluido y el agua de alimentación de baja calidad no se mezclan entre sí.

[0008] En algunas modalidades se divulgan sistemas para producir vapor de alta presión de agua de alimentación de baja calidad, que incluyen: un primer circuito cerrado

que contiene un primer fluido, el primer circuito cerrado comprendiendo una caldera y un conjunto de intercambiadores de calor corriente abajo de la caldera, en donde por lo menos una porción del primer fluido sale de la caldera como un vapor de alta temperatura que tiene una temperatura de salida de la caldera; y un segundo circuito en comunicación fluida con el conjunto de intercambiadores de calor, el segundo circuito conteniendo el agua de alimentación de baja calidad; en donde el conjunto de intercambiadores de calor se adapta para recibir el primer fluido de la caldera y transferir calor del primer fluido al agua de alimentación de baja calidad en el segundo circuito, de manera que el agua de alimentación de baja calidad sale del conjunto de intercambiadores de calor como un vapor de alta presión y el primer fluido sale del conjunto de intercambiadores de calor como un vapor condensado que tiene una temperatura de descarga del intercambiador de calor.

[0009] El conjunto de intercambiadores de calor puede incluir una pluralidad de intercambiadores de calor. Esos intercambiadores de calor pueden disponerse en serie o en paralelo. En modalidades particulares, por lo menos dos intercambiadores de calor en la pluralidad de intercambiadores de calor se disponen en paralelo.

[0010] El agua de alimentación de baja calidad puede salir del conjunto de intercambiadores de calor como vapor supercrítico.

[0011] El primer circuito cerrado puede comprender además un desaireador corriente abajo del conjunto de intercambiadores de calor para tratar el vapor condensado antes de reintroducir el primer fluido en la caldera. El sistema puede incluir un segmento de derivación que conecta directamente la caldera y el desaireador. El primer fluido en el segmento de derivación puede estar en la forma de vapor saturado. El primer circuito cerrado puede incluir además un sistema de agua de alimentación de relleno para abastecer primer fluido adicional.

[0012] En modalidades particulares, la temperatura de salida de la caldera del primer fluido es por lo menos 37° C (100°F) mayor que la temperatura del agua de alimentación de baja calidad que sale del conjunto de intercambiadores de calor.

[0013] Se divulgan igualmente aquí métodos para producir vapor de alta presión de agua de alimentación de baja calidad, que incluyen: calentar un primer fluido en una caldera, en donde por lo menos una porción del primer fluido sale de la caldera como un vapor de alta temperatura que tiene una temperatura de salida de la caldera; enviar el vapor de alta temperatura a un conjunto de intercambiadores de calor, la caldera y el conjunto de intercambiadores de calor formando un primer circuito cerrado; y enviar el

agua de alimentación de baja calidad al conjunto de intercambiadores de calor, el agua de alimentación de baja calidad estando en un segundo circuito separado del primer circuito cerrado, en donde se transfiere calor del primer fluido al agua de alimentación de baja calidad, de manera que el fluido de baja calidad sale del conjunto de intercambiadores de calor como un vapor de alta presión y el primer fluido sale del conjunto de intercambiadores de calor como un vapor condensado que tiene una temperatura de descarga del intercambiador de calor.

[0014] In particular modalidades, el agua de alimentación de baja calidad sale del conjunto de intercambiadores de calor como vapor supercrítico.

[0015] Algunos métodos comprenden además enviar el vapor condensado en el primer circuito cerrado, que sale del conjunto de intercambiadores de calor, a un desaireador para tratamiento antes de reintroducir el primer fluido en la caldera. El primer fluido puede enviarse asimismo de la caldera directamente al desaireador a través de un segmento de derivación. El primer fluido en el segmento de derivación puede estar en la forma de vapor saturado.

[0016] Los métodos pueden incluir además abastecer primer fluido adicional al primer circuito cerrado usando un sistema de agua de alimentación de relleno.

[0017] En modalidades, la temperatura de salida de la caldera del primer fluido es por lo menos 37° C (100°F) mayor que la temperatura del agua de alimentación de baja calidad que sale del conjunto de intercambiadores de calor.

[0018] Estas y otras características no limitantes se describen más particularmente a continuación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0019] La siguiente es una breve descripción de los dibujos, los cuales se presentan para los propósitos de ilustrar las modalidades ejemplares divulgadas aquí y no con los fines propósitos de limitarlas.

[0020] **FIG. 1** es un diagrama de flujo que ilustra el sistema de generación de vapor de alta presión de la presente divulgación. Un primer circuito cerrado corre a través de una caldera y un conjunto de intercambiadores de calor. Un segundo circuito, que usa agua de alimentación de baja calidad, corre igualmente a través del conjunto de intercambiadores de calor.

[0021] **FIG. 2** es una ilustración ejemplar de un conjunto de intercambiadores de calor, el cual comprende intercambiadores de calor dispuestos en serie.

[0022] FIG. 3 es una ilustración ejemplar de un conjunto de intercambiadores de calor, el cual comprende intercambiadores de calor dispuestos en paralelo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0023] Una comprensión más completa de los componentes, procesos y aparatos divulgados aquí puede obtenerse por referencia a los dibujos acompañantes. Estas figuras son meramente representaciones esquemáticas basadas en la conveniencia y la facilidad de demostrar la presente divulgación y, en consecuencia, no pretenden indicar tamaños y dimensiones relativas de los dispositivos o componentes de los mismos y/o definir o limitar el ámbito de las modalidades ejemplares.

[0024] Aunque en la siguiente descripción se usan términos específicos por razones de claridad, estos términos pretenden referirse únicamente a la estructura particular de las modalidades seleccionadas para ilustración en los dibujos, y no pretenden definir o limitar el ámbito de la divulgación. En los dibujos y la descripción que sigue, hay que entender que designaciones numéricas iguales se refieren a componentes de la misma función.

[0025] Las formas del singular "un/una," "uno/una," y "el/la" incluyen referentes del plural, a menos que el contexto exija claramente lo contrario.

[0026] Tal como se emplea en el capítulo descriptivo y en las reivindicaciones, el término "que comprende/comprendiendo" puede incluir las modalidades "que consta/constando de" y "que consta/constando esencialmente de."

[0027] Debe entenderse que los valores numéricos incluyen valores numéricos que son los mismos cuando se reducen al mismo número de cifras significativas y valores numéricos que difieren del valor establecido en menos que el error experimental de una técnica de medición convencional del tipo descrito en la presente solicitud para determinar el valor.

[0028] Todos los intervalos divulgados aquí son inclusivos del término recitado y combinables independientemente (por ejemplo, el intervalo de "desde 2 vatios a 10 vatios" es inclusivo de los términos, 2 vatios y 10 vatios, y todos los valores intermedios).

[0029] Tal como se emplea aquí, puede aplicarse lenguaje aproximativo para modificar cualquier representación cuantitativa que pueda variar, sin tener como resultado un cambio en la función básica con la cual se relaciona. Por consiguiente, un valor modificado por un término o términos, tales como "alrededor de" y "sustancialmente," puede no limitarse al valor preciso especificado, en algunos casos. El calificativo "alrededor de" debe considerarse igualmente como divulgando el intervalo

definido por los valores absolutos de los dos términos. Por ejemplo, la expresión “desde alrededor de 2 a alrededor de 4” divulga también el intervalo “desde 2 a 4.”

[0030] Los términos “lado del agua”, “enfriado por agua”, “enfriado por vapor” o “lado del fluido” se refieren a cualquier área de la caldera que está expuesta a agua o vapor. En contraste, los términos “lado del aire”, “lado del gas” o “lado de la llama” se refieren a un área de la caldera que se expone a calor directo del horno, o, en otras palabras, el aire de combustión procedente del horno. Donde el capítulo descriptivo se refiere a agua y/o vapor, los estados líquidos y/o gaseosos de otros fluidos pueden usarse igualmente en los métodos de la presente divulgación.

[0031] Los términos “entrada” y “salida” son relativos a un fluido que fluye a través de ellas con respecto a una estructura dada, v.g., un fluido fluye a través de la entrada a la estructura y fluye a través de la salida de la estructura. Los términos “corriente arriba” y “corriente abajo” son relativos a la dirección en la cual un fluido fluye a través de varios componentes, es decir, el fluido fluye a través de un componente corriente arriba antes de fluir a través del componente corriente abajo. Debe anotarse que en un circuito, un primer componente puede describirse como estando tanto corriente arriba como corriente abajo de un segundo componente.

[0032] Tal como se emplea aquí, el término “supercrítico” se refiere a un fluido que está a una temperatura por encima de su temperatura crítica y a una presión por encima de presión crítica. Por ejemplo, la temperatura crítica del agua es 374,15 °C (705°F), y la presión crítica del agua es 3200,1 psia (22,1 MPa). Un fluido a una temperatura que está por encima de su temperatura crítica a una presión dada, pero que está por debajo de su presión crítica, se considera que es “sobrecalentado” pero “subcrítico”. Un fluido sobrecalentado puede enfriarse (es decir, energía de transferencia) sin cambiar su fase. Tal como se emplea aquí, el término “vapor húmedo” se refiere a una mezcla de vapor saturado/agua (es decir, vapor con menos de 100% de calidad, en donde calidad es el contenido de vapor porcentual por masa). Tal como se emplea aquí, el término “vapor seco” se refiere a vapor que tiene una calidad igual a, o mayor que 100% (es decir, no está presente agua líquida). El agua o vapor supercríticos no tendrán una interfase de burbuja visible o menisco que se forma durante un proceso de calentamiento o enfriamiento, debido a la tensión superficial cero al alcanzar la temperatura de punto crítico. El fluido continúa actuando como flujo de una sola fase, convirtiéndose al mismo tiempo de agua a vapor o de vapor a agua, y es una condición termodinámica de no equilibrio en donde pueden ocurrir cambios rápidos en densidad, viscosidad y conductividad térmica.

[0033] En la medida en que puedan ser necesarias explicaciones de cierta terminología o principios de las artes de calderas y/o generadores de vapor para entender la presente divulgación, se remite al lector a *Steam/its generation and use*, 40th Edition, Stultz and Kitto, Eds., Copyright 1992, The Babcock & Wilcox Company, y a *Steam/its generation and use*, 41st Edition, Kitto and Stultz, Eds., Copyright 2005, The Babcock & Wilcox Company, cuyos textos se incorporan aquí por referencia aunque expuestos aquí completamente.

[0034] La presente divulgación se refiere a sistemas y métodos para generar vapor de alta presión para un proceso designado, hasta e incluyendo vapor supercrítico, usando una fuente de agua de alimentación de baja calidad, sin la necesidad de tratar grandes cantidades de agua en una base continua. El vapor de alta presión se produce pasando el agua de alimentación de baja calidad a través de un conjunto de intercambiadores de calor. Allí, energía térmica de un flujo de vapor de alta temperatura se transfiere al agua de alimentación de baja calidad. Este arreglo minimiza la cantidad de esfuerzo invertido en el mantenimiento ya que depósitos (v.g., incrustaciones) ocurren generalmente más en el conjunto de intercambiadores de calor que en la caldera, como ocurrirían si el agua de alimentación de baja calidad se calentara directamente por la caldera. Esto minimiza asimismo los principales gastos asociados con la instalación y operación de un sistema de depuración de agua de alta pureza en gran volumen que, de lo contrario, se necesitaría. El ciclo de agua y vapor de la caldera se desacopla del ciclo de vapor del proceso.

[0035] **FIG. 1** ilustra una modalidad ejemplar del sistema de generación de vapor de la presente divulgación. El sistema de generación de vapor **100** incluye un primer circuito **110** o arreglo de tuberías. El primer circuito incluye una caldera **120** y un conjunto de intercambiadores de calor **130**.

[0036] El conjunto de intercambiadores de calor **130** está corriente abajo de la caldera **120**. El conjunto incluye una primera trayectoria de fluido y una segunda trayectoria de fluido, las cuales son separadas una de la otra, o, en otras palabras, el fluido en la primera trayectoria de fluido no se mezclará con fluido en la segunda trayectoria de fluido. Las dos trayectorias de fluido se hacen generalmente para permitir la transferencia de calor de una trayectoria de fluido a la otra trayectoria de fluido, v.g., en patrones de flujo de contracorriente o flujo de corriente cruzada. La primera trayectoria de fluido tiene una primera entrada **132** y una primera salida **134**. La segunda trayectoria de fluido tiene también una segunda entrada **136** y una segunda salida **138**.

[0037] La tubería **111** conecta la caldera **120** a la primera entrada **132** del conjunto de intercambiadores de calor. Las tuberías **112** y **113** llevan desde el conjunto de intercambiadores de calor **130** a través de una bomba de condensado **162** a un desaireador **164**, con la tubería **112** conectándose a la primera salida **134** del conjunto de intercambiadores de calor. Las tuberías **114** y **115** llevan desde el desaireador **164** a través de una bomba de agua de alimentación **166** de regreso a la caldera **120**. Un sistema de agua de alimentación de relleno **168** se muestra aquí como alimentándose en la tubería **115** corriente arriba de la caldera **120**. Un segmento de derivación **116** conecta también directamente la caldera **120** al desaireador **164**.

[0038] El sistema de generación de vapor incluye igualmente un segundo circuito **140** o arreglo de tuberías. El segundo circuito incluye una tubería **141** que transporta la fuente de agua de alimentación de baja calidad **150** a la segunda entrada **136** del conjunto de intercambiadores de calor **130**. La tubería **142** se conecta a la segunda salida **138**, y transporta vapor de alta presión del conjunto de intercambiadores de calor al proceso designado para uso.

[0039] En uso, combustible **102** y aire **104** se alimentan a la caldera **120**, y se usan para convertir un primer fluido en el primer circuito cerrado **110** en vapor de calidad deseada (v.g. saturado, sobrecalentado, supercrítico, etc.). En este aspecto, debe entenderse que la caldera **120** incluye superficies de economizador, recalentador y sobrecalentador, que pueden usarse para obtener la presión y la temperatura deseadas del vapor resultante a enviarse al conjunto de intercambiadores de calor.

[0040] Dos posibles salidas de vapor se describen partiendo de la caldera **120**. La primera salida se designa usando la tubería **111**, y transporta vapor de alta temperatura al conjunto de intercambiadores de calor **130**. La segunda salida se designa usando la tubería **116**, y circunvala el conjunto de intercambiadores de calor **130**, y se muestra aquí conectando directamente al desaireador **164**. La tubería **116** transporta vapor saturado o ligeramente sobrecalentado y se usa generalmente cuando la carga de calor deseada que pasa a través de la tubería **111** se reduce o minimiza. En el desaireador **164**, los gases disueltos se retiran del vapor recibido, y el vapor/agua se devuelve a la caldera a través de las tuberías **114** y **115**. El primer fluido que circula en el primer circuito cerrado es generalmente agua de alta pureza (es decir, alta calidad). Por consiguiente, el primer circuito cerrado **110** podría describirse igualmente como conteniendo dos sub-circuitos. El primer sub-circuito corre a través de la caldera **120**, la tubería **111**, el conjunto de intercambiadores de calor **130**, la tubería **112**, la bomba **162**, la tubería **113**, el

desaireador **164**, la tubería **114**, la bomba **166**, y la tubería **115**. El segundo sub-circuito corre a través de la caldera **120**, la tubería **116**, el desaireador **164**, la tubería **114**, la bomba **166** y la tubería **115**.

[0041] El segundo circuito **140** usa agua de alimentación de baja calidad. Esta agua de alimentación de baja calidad **150** pasa al conjunto de intercambiadores de calor **130**, en donde el agua de alimentación se convierte en vapor de alta presión transfiriendo la energía calorífica del primer circuito cerrado (transportado por la tubería **111**) al agua de alimentación de baja calidad. La temperatura del vapor de alta temperatura que entra a través de la tubería **111** es mayor que la temperatura del vapor de alta presión que sale a través de la tubería **142**, estableciéndose la diferencia por la práctica aceptada de diseño del intercambiador de calor, la transferencia de calor y los principios termodinámicos. En modalidades particulares, la temperatura del vapor de alta temperatura que entra a través de la tubería **111** es por lo menos 37° C (100°F) mayor que la temperatura del vapor de alta presión que sale a través de la tubería **142**.

[0042] El vapor de alta presión sale entonces en la tubería **142** para usarse en el proceso **151**. El vapor de alta presión **142** puede usarse en el proceso, y puede reciclarse entonces de regreso a través del conjunto de intercambiadores de calor **130**, o el agua de alimentación de baja calidad puede obtenerse continuamente de una fuente de agua de alimentación y consumirse en el proceso **151**. El vapor de alta temperatura **111** en el primer circuito cerrado sale del conjunto de intercambiadores de calor **130** como vapor condensado en la tubería **112**, y se recicla a través de la caldera **120** como se describe previamente. Nuevamente, el primer fluido en el primer circuito cerrado no se mezcla con el agua de alimentación de baja calidad en el segundo circuito; se mantienen separados, y calor se transfiere entre ellos a través del conjunto de intercambiadores de calor.

[0043] El conjunto de intercambiadores de calor **130** puede incluir más de un intercambiador de calor, es decir, una pluralidad de intercambiadores de calor. Se contempla que esos intercambiadores de calor puedan organizarse en serie, o puedan organizarse en dos o más corrientes paralelas. Las corrientes paralelas permiten que el intercambio de calor continúe a través de una corriente de intercambiadores de calor mientras otra corriente de intercambiadores de calor se somete a mantenimiento.

[0044] En modalidades particulares, se contempla que los intercambiadores de calor en el conjunto de intercambiadores de calor **130** sean intercambiadores de calor de carcasa y tubos, en los cuales el agua de alimentación de alta calidad del primer circuito cerrado pasa a través del lado de la carcasa y el agua de alimentación de baja calidad pasa

a través del lado de los tubos de los intercambiadores de calor (es decir, flujo contrario uno del otro). Se contempla que cualesquiera incrustaciones/depósitos que surjan debido al agua de alimentación de baja calidad ocurran en los tubos del (de los) intercambiador(es) de calor. Los tubos del conjunto de intercambiadores de calor son más fáciles de limpiar/mantener, comparados con los tubos en la caldera en sí (v.g., es más fácil de obtener acceso físico a los tubos o reemplazar los tubos sin necesidad de apagar todo el sistema).

[0045] FIG. 2 ilustra un conjunto ejemplar de intercambiadores de calor **130** que comprende los intercambiadores de calor **210**, **220**, y **230** dispuestos en serie. La primera entrada **132**, la primera salida **134**, la segunda entrada **136**, y la segunda salida **138** de las dos trayectorias de fluido están también identificadas.

[0046] FIG. 3 ilustra un conjunto ejemplar de intercambiadores de calor **130** que comprende seis intercambiadores de calor **210**, **220**, **230**, **240**, **250** y **260**. Los intercambiadores de calor se disponen en dos corrientes paralelas, con cada corriente comprendiendo tres intercambiadores de calor dispuestos en serie. Las válvulas **270**, **280** controlan el flujo de fluido. Se contempla que el flujo de fluido pueda proceder a través de las dos corrientes de manera concurrente, o una corriente a la vez (con los intercambiadores de calor en la otra corriente sometidos a mantenimiento). La primera entrada **132**, la primera salida **134**, la segunda entrada **136** y la segunda salida **138** de las dos trayectorias de fluido están igualmente identificadas. Estas dos Figuras pretenden ser ejemplares, y se contempla que otros arreglos estén dentro del ámbito de la presente divulgación.

[0047] La caldera **120** puede ser generalmente cualquier tipo de caldera, tal como una caldera alimentada con combustible, una caldera eléctrica, una caldera supercrítica, una caldera solar, una caldera nuclear, etc. Ejemplos apropiados de la caldera incluyen la caldera FM, la caldera PFI, la caldera PFT y las calderas TSSG, ofrecidas por Babcock & Wilcox. La caldera FM puede generar un flujo de vapor de 10.000 a 260.000 lbs/hora, una temperatura de vapor de hasta 454° C (850°F), dependiendo de la fuente de combustible, y una presión de vapor de hasta 1250 psig (8,62 MPa). La caldera PFI puede generar un flujo de vapor de 100.000 a 700.000 lbs/hora, una temperatura de vapor de hasta (960°F) 516°C y una presión de vapor de hasta 1150 psig (7,9 MPa). La caldera PFT puede generar un flujo de vapor de 350.000 a 800,000 lbs/hora, una temperatura de vapor de hasta (1000°F) 538°C y una presión de vapor de hasta 1800 psig (12,4 MPa). La caldera TSSG puede generar un flujo de vapor de 300.000 a 1,2 millones lbs/hora, puede generar vapor

sobrecalentado y proporcionar una presión de vapor operacional desde 600 psig (4,14 MPa) hasta 2.000 psig (13,8 MPa).

[0048] En modalidades particulares, el vapor que sale de la caldera a través de la tubería **111** es un flujo de vapor de alta temperatura y baja presión. Este flujo de vapor en la tubería **111** puede tener una presión de desde alrededor de 50 psig a alrededor de 1800 psig y una temperatura de desde alrededor de 315° C (600°F) a alrededor de 537° C (1000°F).

[0049] Análogamente, en modalidades particulares el vapor en el segundo circuito **140**, que sale del conjunto de intercambiadores de calor a través de la tubería **142**, es un flujo de vapor de alta temperatura y alta presión, es decir, supercrítico. Este flujo de vapor en la tubería **142** puede tener una presión de 3200,1 psia (22,1 MPa) o mayor, y una temperatura de 374,15°C o mayor.

[0050] El primer fluido localizado en el primer circuito cerrado **110** es alta calidad, y el agua de alimentación en el segundo circuito **140** es baja calidad. Para referencia, la Tabla 1 ofrece un listado de los límites permisibles de varios materiales en agua ultra-pura (UP), los requerimientos típicos para calderas industriales y agua potable de acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental (EPA - *Environmental Protection Agency*).

Tabla 1.

Constituyente	Agua Ultra-Pura	Requerimientos de Agua para Calderas Industriales	Agua Potable según EPA
pH	8,0-9,6	8,8-9,6	6,5-8,5
Hidrazina	0-20 ppb	-	-
Sólidos Disueltos Totales (TDS - <i>Total Dissolved Solids</i>)	30 ppb	25 ppm*	500 ppm
Dureza	3 ppb	50 ppb	-
Orgánicos	100-200 ppb	200 ppb	-
Sodio	3-5 ppb	-	-
Oxígeno	7-150 ppb	7 ppb	-
Sílice	10-20	-	-

	ppb		
Hierro	5-10 ppb	20 ppb	0,3 ppm
Cobre	0-2 ppb	10 ppb	1,3 ppm

* asume 1000 psi, 0,1 ppm de sólidos en el vapor y 2% de sangría (*blowdown*)

[0051] Debe anotarse que los requerimientos de Agua Ultra-Pura son en partes por billón, mientras que los requerimientos de la EPA son en partes por millón. El agua potable no es lo suficientemente limpia/pura para usarse como agua de alimentación en una caldera. Para los propósitos de esta solicitud, se considera que “agua de alimentación de baja calidad” es cualquier fluido que tenga más de un constituyente dado que el permitido por la columna titulada “Requerimientos de Agua para Calderas Industriales.” El fluido usado en el primer circuito cerrado satisface típicamente los requerimientos listados en la columna titulada “Requerimientos de Agua para Calderas Industriales” o “Agua Ultra-Pura”, dependiendo de la caldera utilizada.

[0052] La presente divulgación se ha descrito con referencia a modalidades ejemplares. Obviamente, modificaciones y alteraciones se les ocurrirán a otras personas al leer y entender la descripción detallada que antecede. Se pretende que la presente divulgación se interprete como incluyendo la totalidad de tales modificaciones y alteraciones, en la medida en que caigan dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas o sus equivalentes.