

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 975**

51 Int. Cl.:

**F02C 7/08** (2006.01)

**F01K 23/10** (2006.01)

**F02C 6/18** (2006.01)

**F01K 25/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2010 PCT/IB2010/001701**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.01.2011 WO11007236**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2010 E 10799497 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 2454461**

54 Título: **Sistema de refrigeración de gases de escape de una turbina de gas**

30 Prioridad:

**15.07.2009 US 503525**

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

**12.04.2019**

73 Titular/es:

**ORMAT TECHNOLOGIES INC. (100.0%)  
6225 Neil Road, Suite 300  
Reno, NV 89511-1136, US**

72 Inventor/es:

**BRONICKI, LUCIEN, Y.**

74 Agente/Representante:

**RIZZO , Sergio**

ES 2 708 975 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 refrigeración de gases de escape de una turbina de gas

**CAMPO DE LA INVENCIÓN**

5 **[0001]** La presente invención se refiere al campo de los sistemas de recuperación de calor residual. Más en concreto, la invención se refiere a un sistema para refrigerar el escape de una turbina de gas y para distribuir el escape refrigerado a un proceso.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

**[0002]** Existen varios procesos industriales, como un sistema de reducción catalítica selectiva (RCS), un rebullido y una caldera desmetanizadora de una planta de gas, que exigen un medio de calentamiento a baja temperatura.

10 **[0003]** Un escape de turbina de gas refrigerado de antemano es a menudo la fuente del medio de calentamiento a baja temperatura.

15 **[0004]** Un método conocido para refrigerar el escape de una turbina de gas es mediante la pulverización de agua en el gas de escape. Por lo general, el suministro de agua al escape de la turbina de gas afecta de forma perjudicial al proceso debido a la presencia de agua o vapor en el medio de calentamiento a baja temperatura conforme baja el punto de rocío del medio de calentamiento. Otro inconveniente de este método es que puede que el agua escasee.

20 **[0005]** Otro método para refrigerar el escape de la turbina de gas es mediante la introducción de aire de dilución relativamente frío en el gas de escape. Una de las desventajas que presenta este método está relacionada con el consumo de energía añadido de los ventiladores que introducen el aire relativamente frío en el gas de escape. Otra desventaja está relacionada con el aumento del volumen de fluido y el aumento del contenido de oxígeno del medio de calentamiento que puede afectar de forma perjudicial al proceso.

25 **[0006]** El documento US-A-4875436 da a conocer un sistema de recuperación de calor residual caracterizado por un conjunto de caldera que incluye un generador de vapor de recuperación de calor a través del que fluye el gas de escape. El conjunto de caldera incluye un intercambiador de calor con tubo de vapor a alta temperatura, o recalentador, y una caldera acuotubular en un lugar posterior a este. Se utiliza un inyector de gas de amonio para inyectar amoniaco en la corriente de gas de escape, el cual está situado en una posición anterior al recalentador y a la caldera acuotubular. Por último, se proporciona una unidad de reducción catalítica selectiva a baja temperatura situada en una posición posterior a la caldera acuotubular a baja temperatura o evaporador.

30 **[0007]** El documento WO-A-2009006006 da a conocer un sistema de recuperación de calor residual que incluye al menos dos sistemas integrados de ciclo de Rankine acoplados a al menos dos fuentes de calor separadas con distintas temperaturas.

**SUMARIO DE LA INVENCIÓN**

**[0008]** Por tanto, existe la necesidad de un sistema de refrigeración de gases de escape de una turbina de gas que no use agua o aire generado por ventiladores para refrigerar los gases de escape de una turbina de gas.

35 **[0009]** Un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de refrigeración de gases de escape de una turbina de gas que produzca un medio de calentamiento a baja temperatura con un nivel energético suficiente para llevar a cabo un proceso deseado.

40 **[0010]** Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un sistema de refrigeración de gases de escape de una turbina de gas que no use agua o aire generado por ventiladores para refrigerar los gases de escape de una turbina de gas.

**[0011]** Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un sistema de refrigeración de gases de escape de una turbina de gas que genere electricidad.

**[0012]** Otros objetos y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto conforme se desarrolle la descripción.

45 **[0013]** La invención proporciona un sistema de refrigeración de gases de escape de una turbina de gas como el reivindicado en la reivindicación 1.

**[0014]** El ciclo termodinámico comprende preferiblemente una turbina secundaria a través de la que se expande el fluido de trabajo y un generador acoplado a la turbina secundaria.

**[0015]** El ciclo termodinámico se selecciona de entre el grupo de un ciclo cerrado de Rankine, un ciclo abierto de Brayton y un ciclo cerrado de Brayton, y el fluido de trabajo se selecciona de entre el grupo de aire y dióxido de carbono.

**[0016]** En un aspecto, el calor se transfiere desde los gases de escape de la turbina de gas primaria al fluido de trabajo por medio de un bucle de calentador de aceite de calor residual (WHOH por sus siglas en inglés) que presenta unos intercambiadores de calor primero y segundo, estando adaptado dicho primer intercambiador de calor para transferir calor de los gases de escape de la turbina de gas primera al aceite que circula dentro de dicho bucle de WHOH y estando dicho segundo intercambiador de calor adaptado para transferir calor de dicho aceite al fluido de trabajo.

**[0017]** El proceso industrial deseado se selecciona de entre el grupo de un sistema de reducción catalítica selectiva (RCS), rebullido y una caldera desmetanizadora de una planta de procesamiento de gas natural.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

**[0018]** En los dibujos:

La Fig. 1 es un diagrama de flujo de una forma de realización de la presente invención en la que el ciclo termodinámico es un ciclo de Rankine; y

La Fig. 2 es un diagrama de flujo de otra forma de realización de la presente invención en la que el ciclo termodinámico es un ciclo de Brayton.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERIDAS

**[0019]** La presente invención proporciona un sistema de refrigeración de gases de escape de una turbina de gas que produce un medio de calentamiento a baja temperatura a una temperatura predeterminada y un nivel de energía suficientes para llevar a cabo un proceso industrial deseado. Un ciclo termodinámico adecuado refrigera el escape de la turbina de gas para producir el medio de calentamiento a baja temperatura al tiempo que aprovecha el contenido energético del escape de la turbina de gas para producir electricidad. Al extraer el calor del escape de la turbina de gas de esta forma, no es necesario un suministro de agua o aire.

**[0020]** La Fig. 1 es un diagrama de flujo de una forma de realización de la presente invención en la que el ciclo termodinámico es un ciclo de Rankine. El sistema de refrigeración de gases de escape de una turbina de gas ilustrado, por lo general designado por el número 10, comprende un escape de una turbina de gas 5, un bucle de calentador de aceite de calor residual (WHOH) 20 que está adaptado para extraer calor del escape de la turbina de gas 5 y producir así el medio de calentamiento a baja temperatura, un ciclo de Rankine orgánico 40 al que se transfiere calor desde el bucle de WHOH 20, y un sistema de reducción catalítica selectiva (RCS) 70 al que se dirige el medio de calentamiento a baja temperatura. El sistema de refrigeración 10 es capaz de refrigerar el escape de la turbina de gas 5 desde alrededor de 920 K a una temperatura inferior de aproximadamente 700 K en la entrada de la RCS 70.

**[0021]** El ciclo de Rankine 40 es un ciclo cerrado y el fluido orgánico que circula a través de los conductos 42 puede ser por tanto el fluido de trabajo. La bomba 45 proporciona fluido orgánico líquido al vaporizador 48. El aceite que circula por los conductos 22 del bucle de WHOH 20 se introduce en el vaporizador 48 por medio de una bomba 25 y sirve para transferir calor al fluido de trabajo del ciclo de Rankine 40 que también pasa por el vaporizador. En consecuencia, la temperatura del fluido de trabajo sube a su punto de ebullición, por lo que puede suministrarse el fluido de trabajo vaporizado a la turbina 50. El fluido de trabajo vaporizado suministrado a la turbina 50 se expande y se produce electricidad mediante el generador 54 acoplado a la turbina 50. El fluido de trabajo que sale de la turbina 50 se condensa por medio de un condensador 56 por lo general refrigerado por aire hasta un condensado en fase líquida, de forma que la bomba 45 suministra el condensado de fluido de trabajo al vaporizador 48. El aceite refrigerado que sale del vaporizador 48 se suministra al intercambiador de calor 26, que sirve para extraer calor del escape de la turbina de gas 5 y para producir el medio de calentamiento a baja temperatura 65 que se suministra al sistema de RCS 70.

**[0022]** En otra forma de realización de la invención, el ciclo cerrado de Rankine es un ciclo de vapor. La bomba del ciclo de Rankine suministra agua a una caldera. El aceite que circula por los conductos 22 del bucle de WHOH 20 se introduce en la caldera y transfiere el calor de forma suficiente al agua suministrada, de forma que este último

hervirá y el vapor producido impulsará la turbina, lo que provoca que el generador acoplado a la turbina produzca electricidad.

5 **[0023]** La Fig. 2 es un diagrama de flujo de otra forma de realización de la presente invención en la que el ciclo termodinámico puede ser un ciclo de aire abierto de Brayton. El sistema de refrigeración de gases de escape de una turbina de gas ilustrado, por lo general designado por el número 110, comprende un escape de una turbina de gas 105, un bucle de calentador de aceite de calor residual (WHOH) 120 que está adaptado para extraer calor del escape de la turbina de gas 105 mediante el intercambiador de calor 122 y producir así el medio de calentamiento a baja temperatura, un ciclo de aire abierto de Brayton 140 al que se transfiere calor desde el bucle de WHOH 120, y un sistema de reducción catalítica selectiva (RCS) 170 al que se dirige el medio de calentamiento a baja temperatura.

15 **[0024]** El ciclo de Brayton 140 es un ciclo abierto, y el aire 145 introducido en el compresor 148 y que fluye por los conductos 142 es por tanto el fluido de trabajo. El aire 145 se calienta por medio de un intercambiador de calor de aceite a aire 125 del bucle de WHOH 120 antes de introducirse en el compresor 148. El aire caliente se comprime por medio del compresor 148 y se proporciona a la cámara de combustión 149 a la que se suministra combustible con el aire comprimido y se quema. Los productos de combustión se proporcionan a la turbina secundaria 150, y conforme los productos de combustión se expanden en la turbina secundaria 150, se produce electricidad por medio del generador 154 acoplado a la turbina secundaria 150. El aceite refrigerado que sale del intercambiador de calor de aceite a aire 125 se suministra al intercambiador de calor 122 mediante una bomba del bucle 120, que sirve para extraer calor del escape de la turbina de gas 105 y producir el medio de calentamiento a baja temperatura 165 que se proporciona al sistema de RCS 170.

20 **[0025]** Cabe apreciar que el ciclo de Brayton no hace falta que incluya una cámara de combustión, sino que más bien la turbina secundaria 150 puede ser una turbina de aire en la que se introduce aire caliente comprimido, calentado mediante unos medios de calentamiento adecuados, con el fin de generar electricidad. De forma similar, el

25 **[0026]** ciclo de Brayton puede ser un ciclo cerrado a base de dióxido de carbono en el que se comprime dióxido de carbono caliente y se proporciona a la turbina secundaria.

30 **[0027]** Aunque lo anterior describe la producción de un medio de calentamiento a baja temperatura que se proporciona al proceso de RCS, cabe apreciar que el medio de calentamiento a baja temperatura también es adecuado para llevar a cabo otros procesos industriales, como un rebullido en el que el escape de la turbina de gas salga de la turbina de gas a una temperatura de aproximadamente 750 K, y se suministre a la caldera a una temperatura de aproximadamente 420 K, y una caldera desmetanizadora de una planta de procesamiento de gas natural.

35 **[0028]** Aunque la anterior descripción se refiere, en la forma de realización descrita en referencia a la Fig. 1, a un fluido de trabajo orgánico que funciona en un ciclo de Rankine orgánico, también puede usarse un fluido de trabajo orgánico o un ciclo de reaprovechamiento de vapor-amoniaco.

**[0029]** Aunque se han descrito algunas formas de realización de la invención a modo de ilustración, resulta evidente que pueden realizarse modificaciones, variaciones y adaptaciones sin desviarse del alcance de la invención tal y como se define en las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de refrigeración de gases de escape de una turbina de gas, que comprende:
- a. un conducto (5) para gases de escape de una turbina de gas primaria que se extiende desde dicha turbina de gas primaria a una entrada de un aparato de un proceso industrial deseado seleccionado de entre el grupo de reducción catalítica selectiva (RCS), rebullido y una caldera desmetanizadora de una planta de procesamiento de gas natural;
  - b. un ciclo termodinámico productor (40), en el que un fluido de trabajo de este se calienta y se expande; y
  - c. al menos un medio de intercambio de calor (26) por medio del cual el calor se transfiere de forma suficiente desde dichos gases de escape de la turbina de gas primaria a dicho fluido de trabajo para producir un medio de calentamiento a baja temperatura en posición posterior a dicho al menos un medio de intercambio de calor (26) a una temperatura predeterminada y un nivel de energía suficientes para llevar a cabo dicho proceso industrial deseado,

**caracterizado por que** el fluido de trabajo se selecciona de entre el grupo de aire y dióxido de carbono.

2. Sistema de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el calor se transfiere desde los gases de escape de la turbina de gas primaria al fluido de trabajo por medio de un bucle de calentador de aceite de calor residual (WHOH por sus siglas en inglés) (20) de dicho al menos un medio de intercambio de calor (26) que presenta unos intercambiadores de calor primero y segundo (122, 125), estando adaptado dicho primer intercambiador de calor para transferir el calor desde los gases de escape de la turbina de gas primaria al aceite que circula dentro de dicho bucle de WHOH y estando dicho segundo intercambiador de calor adaptado para transferir el calor de dicho aceite al fluido de trabajo.
3. Sistema de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el ciclo termodinámico comprende una turbina secundaria (150) a través de la que se expande el fluido de trabajo y un generador acoplado a dicha segunda turbina secundaria (150).
4. Sistema de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el ciclo termodinámico se selecciona de entre el grupo de un ciclo cerrado de Rankine, un ciclo abierto de Brayton y un ciclo cerrado de Brayton.

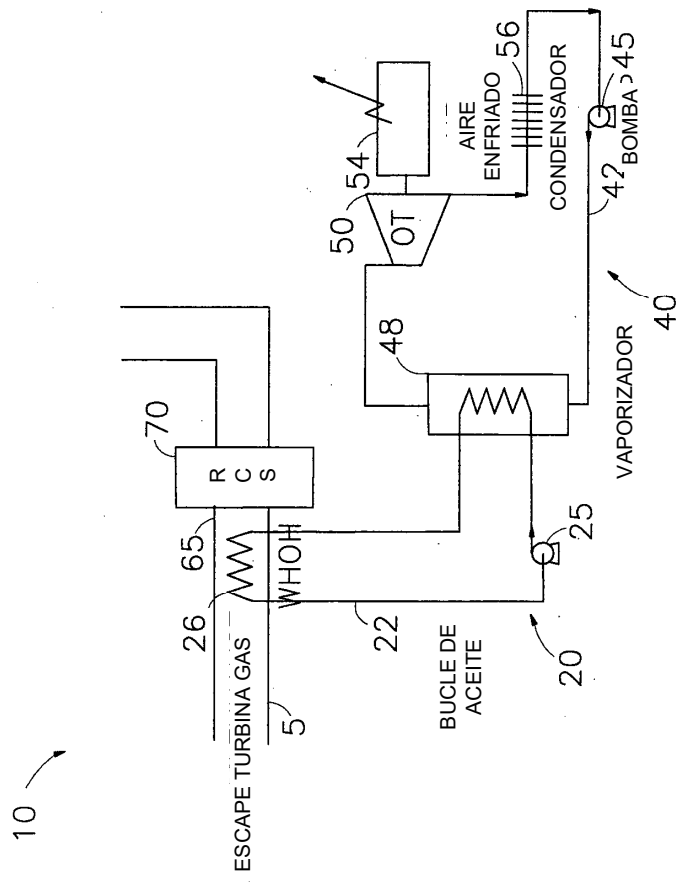


FIG. 1

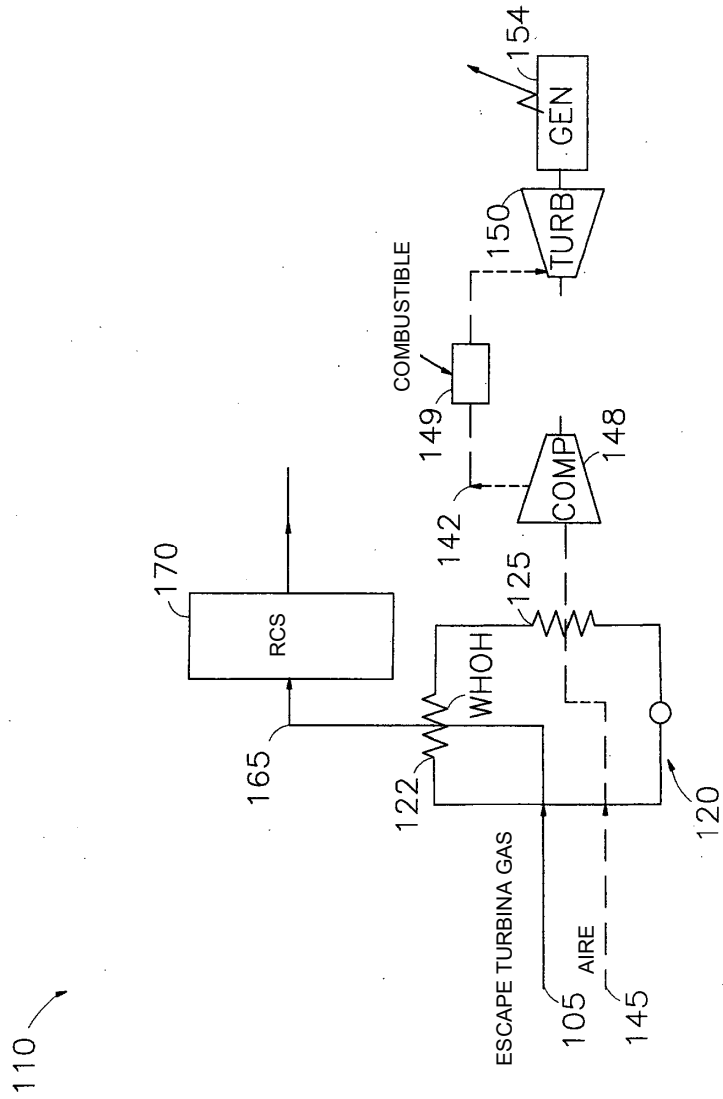


FIG. 2