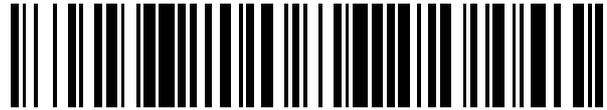


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 355**

51 Int. Cl.:

F03G 6/06 (2006.01)

F24J 2/07 (2006.01)

F24J 2/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2009 E 09733154 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015 EP 2289150**

54 Título: **Generador solar de vapor que tiene un sistema de suministro de calor de reserva**

30 Prioridad:

16.04.2008 US 45361 P

30.05.2008 US 57460 P

09.04.2009 US 421129

09.04.2009 US 421047

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

15.01.2016

73 Titular/es:

ALSTOM TECHNOLOGY LTD (100.0%)

Brown Boveri Strasse 7

5400 Baden, CH

72 Inventor/es:

PALKES, MARK y

TEIGEN, BARD

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 556 355 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

Generador solar de vapor que tiene un sistema de suministro de calor de reserva

CAMPO TÉCNICO

5 El presente invento se refiere en general a un generador solar de vapor, y más particularmente, a un generador solar de vapor que tiene un sistema de suministro de calor de reserva.

ANTECEDENTES

10 Es conocido el uso de la energía solar para calentar fluidos de trabajo que funcionan para proporcionar energía térmica a procesos industriales o para generar energía eléctrica. La Publicación Internacional N° WO 96/31697 de Cruz y la Publicación Alemana N° DE 10 2006 006 373 de Schaper describen sistemas que ponen en práctica tales usos. En aplicaciones de generación de energía, la energía radiante procedente del sol es focalizada sobre un receptor solar para calentar un fluido de trabajo por lo que el calor es utilizado para generar vapor para alimentar una turbina que hace girar un generador para proporcionar electricidad. Durante el periodo de luz diurna o luz solar, la energía radiante está disponible para calentar el fluido de trabajo. Sin embargo durante el período nocturno, el fluido de transferencia de calor se enfría, dando como resultado una pérdida de energía y un tiempo de recuperación incrementado para calentar el fluido de transferencia que proviene del período de luz diurna. Cuando vuelve la luz diurna, la energía solar calienta de nuevo una vez más el fluido de trabajo, lo que puede requerir un periodo de tiempo significativo antes de que la generación de energía esté funcionando a niveles óptimos. Además, el ciclo térmico repetitivo de los componentes en el receptor solar aumenta las tensiones sobre estos componentes lo que puede dar como resultado un agrietamiento, una vida reducida del componente, o un fallo del componente.

20 Por consiguiente, existe una necesidad de reducir el efecto del ciclo térmico de los componentes del receptor solar resultante del enfriamiento y calentamiento repetitivos. Además, existe una necesidad de reducir el tiempo de puesta en marcha del generador solar una vez que llega la luz diurna.

El presente invento proporciona un sistema de suministro de calor de reserva o de respaldo para superar estos problemas asociados con el enfriamiento del fluido de transferencia de calor durante el período nocturno.

25 RESUMEN

De acuerdo con los aspectos ilustrados aquí, se ha proporcionado un generador solar de vapor que incluye un panel solar que calienta el fluido que pasa a su través. Un tambor de vapor se para el vapor y el fluido recibido desde el panel solar, y luego proporciona el fluido al panel solar. Un sistema de suministro de calor de reserva calienta el fluido en el tambor del vapor durante periodos de energía solar proporcionada al panel solar.

30 De acuerdo con otros aspectos ilustrados aquí, hay un método para mantener un fluido dentro de un generador solar de vapor a una temperatura deseada durante un periodo nocturno. El método incluye calentar un fluido que circula a través de un panel solar con calor de reserva, haciendo circular el fluido calentado a un tambor de vapor que separa el vapor y el fluido recibido desde el panel solar; y haciendo circular el fluido desde el tambor de vapor de nuevo al panel solar. El método incluye además hacer circular el flujo del fluido a un calentador de reserva cuando la temperatura del fluido cae por debajo de una temperatura deseada, y hacer circular el flujo de fluido calentado desde el calentador de reserva de nuevo al tambor de vapor.

Las características antes descritas y otras son ejemplificadas por las siguientes figuras y descripción detallada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 Con referencia ahora a las figuras, que son realizaciones ejemplares, y en las que los elementos similares son numerados de forma similar:

La fig. 1 es un diagrama esquemático de un sistema de generación de energía solar de vapor de acuerdo con el presente invento;

La fig. 2 es una vista esquemática de un generador solar de vapor que tiene un sistema de suministro de calor de reserva externo a un tambor de vapor de acuerdo con el presente invento, y

45 La fig. 3 es una vista esquemática de otra realización de un generador solar de vapor que tiene un sistema de suministro de calor de reserva interno a un tambor de vapor de acuerdo con el presente invento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

50 Con referencia a las figs. 1 y 2, el presente invento proporciona un generador solar de vapor o receptor solar 100 que incluye un sistema 109 de suministro de calor de reserva para mantener agua 132 dentro del receptor solar a una temperatura relativamente constante durante el periodo nocturno (o periodos de energía solar baja) cuando la radiación

solar 101 no está disponible. Mantener el receptor solar 100 a una temperatura constante reducirá el tiempo de recuperación cuando la radiación solar resulta disponible para la generación de vapor. La temperatura constante reducirá también la tensión del ciclo térmico sobre los componentes del generador de vapor de pared gruesa, aumentando por ello la vida de los componentes. El receptor solar 100 está mostrado como parte de un sistema 10 de generación de energía solar, sin embargo, el invento contempla que el receptor solar 100 y el sistema 109 de suministro de calor de reserva son también aplicables a aplicaciones industriales y a otros sistemas que requieren el calentamiento solar de un fluido.

Con referencia a la fig. 1, el receptor solar 100, de acuerdo con una realización del presente invento, está mostrado dispuesto en una torre 102 entre un campo de colectores solares 104, tales como espejos o heliostatos. Los colectores solares 104 están dispuestos próximos a la torre para dirigir la energía solar o la radiación solar 101 procedente del sol 106 al receptor solar 100. Los heliostatos 104 pueden tener una configuración curvada o plana. Cada heliostato puede ser ajustable de manera independiente en respuesta a la posición relativa del sol. Por ejemplo, el heliostato puede estar dispuesto en agrupaciones, por lo que los heliostatos de cada agrupación son controlados separadamente o en combinación con los otros heliostatos de la agrupación por uno o más dispositivos de control (mostrados) configurados para detectar y seguir la posición relativa del sol. Así, los heliostatos 104 pueden ajustarse de acuerdo a la posición del sol 106 para reflejar la luz solar sobre el receptor 100, calentando por ello el fluido (por ejemplo, agua, fluido de transferencia) en el receptor 100.

En una realización del invento, un receptor solar 100 está mostrado en la fig. 1, por lo que el agua es calentada para producir vapor para hacer girar un generador 113 de turbina de vapor. El receptor solar 100 comprende al menos un panel 122 de tubos (o tubería) 124 (véase la fig. 2) que recibe agua (u otro fluido) procedente de un tubo o conducto de entrada 112. Como se describirá con mayor detalle a continuación, el receptor solar 100 puede incluir una pluralidad de paneles que realizan diferentes funciones para transferir el calor radiante del sol al agua y/o al vapor que fluye a través de los tubos.

Como se ha mostrado en las figs. 1 y 2, los heliostatos 104 dirigen la radiación solar del sol sobre el receptor solar 100, y más específicamente sobre el panel 122 de tubos 124 que tienen agua y/o vapor circulando a su través. El calor radiante 101 aumenta la temperatura del agua que circula a su través para generar vapor a alta temperatura. El vapor 127 es a continuación proporcionado a un sistema de generación de energía, por ejemplo un generador de turbina 112, a través del tubo o conducto de salida 114. Específicamente, como se ha mostrado en la fig. 1, el vapor es proporcionado a una turbina de vapor 126, que alimenta un generador 128 para producir electricidad 146.

La fig. 2 ilustra esquemáticamente una realización del generador solar de vapor 100 del presente invento. Como se ha mostrado, el receptor solar comprende un panel solar 118 (o evaporador), un tambor de vapor 119 y un sistema 109 de suministro de calor de reserva. Como se ha descrito anteriormente, el evaporador 118 comprende al menos un panel 122 de tubos 124 que recibe agua y/o una mezcla de agua y vapor y funciona para aumentar la temperatura del agua que circula a través de los tubos respectivos. Típicamente, el evaporador 118 incluye una pluralidad de paneles.

Como se ha mostrado, el tambor de vapor 119 recibe agua reciclada y/o una mezcla de agua y vapor 125 procedente de la turbina de vapor 126 a través del conducto de entrada 112. En el tambor de vapor 119, el agua entrante 125 es distribuida a lo largo de toda la longitud del tambor por el cabezal de distribución de agua (no mostrado). Unas boquillas (no mostradas) en los cabezales de distribución dirigen el agua entrante en dirección descendente con el fin de minimizar la turbulencia y ayudar a la circulación. El agua 125 se mezcla con el agua 132 en el tambor 119 y es dirigida a los tubos descendentes o bajantes 134. Los tubos descendentes 134 se originan en el tambor de vapor y terminan en la entrada del evaporador 136, dirigiendo el agua al evaporador 118.

Una bomba de circulación 138 bombea el agua recirculada 132 desde el tambor de vapor 119 dispuesto en la parte superior del panel o paneles del evaporador 118 (es decir la pared de agua) a la entrada inferior 136 del panel o paneles del evaporador. La bomba de circulación 138 proporciona un flujo constante de agua de refrigeración al panel o paneles del evaporador para todas las condiciones de carga. Esto permite una respuesta rápida a los cambios de carga.

La mezcla 139 de vapor saturado y agua procedente del evaporador 118 entra en el tambor de vapor 119 en 137 y es dirigida a los separadores (no mostrados). El vapor 127 sale por la parte superior del tambor de vapor 119, a través del conducto de salida 114 al generador de turbina 112. El tambor 119 está equipado con válvulas de seguridad, válvulas de ventilación, un transmisor de presión, un manómetro, medidores de nivel, e indicadores del nivel (no mostrados).

Una válvula de circulación 160 está dispuesta en el conducto de entrada 112 para controlar el flujo de agua recirculada (o agua alimentada) 132 al tambor de vapor 119 para mantener un nivel deseado de agua en el tambor de vapor. La válvula de circulación se abre y se cierra en respuesta a una o más señales de control indicativas del nivel del agua en el tambor de vapor, del caudal del vapor 127 y del caudal del agua alimentada 125. Como se ha mostrado en la fig. 2, las señales de control pueden ser proporcionadas por un sensor de nivel 162, un caudalímetro 164 que mide el caudal de vapor, y un caudalímetro 166 que mide el caudal de agua alimentada. El control del nivel de agua en el tambor del vapor 119 asegura suficiente agua 132 para el bucle de vapor e impide un llenado en exceso que puede dar como resultado que el agua 132 salga del tambor de vapor a través del conducto de salida 114.

El vapor 114 proporcionado por el conducto de salida 114 a la turbina de vapor 126 se expande y hace girar la turbina y el generador 128, produciendo así electricidad en 146. El vapor que sale de la turbina es realimentado al conducto de entrada 112 para ser reciclado a través del receptor solar 100. El sistema de generación solar contempla que tiene un condensador 140 dispuesto entre la turbina 126 y el tubo de entrada 112 del receptor solar 100 para enfriar el vapor que sale de la turbina para condensar el vapor en agua 125.

Como se ha descrito anteriormente, el receptor solar 100 de la fig. 2 incluye además un sistema 109 de suministro de calor de reserva que tiene un calentador 110 de reserva externo en el que el agua 132 procedente del tambor de vapor 119 puede ser bombeada o hecha circular a través del calentador de reserva y de nuevo al tambor de vapor, que forma un bucle secundario 148. El calentador de reserva mantiene la temperatura del agua 132 aproximadamente a 500 °F (260 °C). El calentador de reserva 110 puede ser cualquier calentador convencional o intercambiador de calor conocido. Por ejemplo, el calentador de reserva puede ser un recipiente que tiene elementos de calefacción eléctricos o tubos de intercambio de calor dispuestos en él. El accionamiento del calentador de reserva 110 puede ser controlado por un controlador electrónico 152 que activa el calentador de reserva en respuesta a una señal de control indicativa de la temperatura del fluido 132, 139, de la presencia de luz solar, y/o de un período de tiempo deseado, que se describirá con mayor detalle a continuación.

Una válvula 150 de aislamiento del calentador que está dispuesta dentro del bucle secundario 148, tal como en la entrada del calentador de reserva 110, para controlar el flujo de agua 132 a través del calentador de reserva. De modo similar a controlar el calentador de reserva 110, la válvula 150 puede ser controlada electrónicamente en respuesta a una señal de control indicativa de la temperatura del fluido 132, 139, de la presencia de luz solar, y/o de un período de tiempo deseado. Como se ha mostrado en la fig. 2, un sensor de temperatura 154 está dispuesto para medir la temperatura del fluido 139 que fluye desde el evaporador 118. El presente invento contempla además que el sensor de temperatura pueden medir la temperatura del fluido en el tambor del vapor o el que fluye a través del tubo descendente 134. La temperatura detectada es utilizada para controlar tanto la válvula de aislamiento 150 como el calentador de reserva 110. Cuando la temperatura cae por debajo de una temperatura deseada la válvula de aislamiento es abierta y el calentador de reserva es activado para permitir que el agua 132 procedente del tambor de vapor sea calentada por el calentador de reserva durante el período o períodos nocturnos de energía radiante baja.

Como se ha sugerido, mientras la válvula 150 de aislamiento del calentador y el calentador de reserva 110 son controlados por el sensor de temperatura 154 indicativo del agua 132 y/o de la mezcla de agua y vapor 139, la válvula de aislamiento y el calentador de reserva pueden ser controlados por cualquier señal indicativa detectada de la falta o reducción de calor radiante al receptor solar 100 tal como un indicador de luz o solar (mostrado) que acciona la válvula de aislamiento basado en la intensidad detectada de la luminosidad o falta de la luz diurna. Además, la válvula de aislamiento 150 puede ser controlada por un temporizador que acciona la válvula de aislamiento 150 en momentos específicos.

El presente invento contempla además tener una segunda válvula (no mostrada) dispuesta en la entrada 136 del evaporador 118 que se cierra cuando la válvula 150 de aislamiento del calentador se abre. El cierre de la segunda válvula minimizará el enfriamiento del fluido que circula a través del evaporador 118. El invento contempla además que el agua 132 puede circular naturalmente entre el tambor de vapor 119 y el calentador de reserva 110 a través de una convección natural del agua sin ayuda de la bomba de circulación 138.

Otra realización ejemplar de un receptor solar 200 que tiene un sistema 202 de suministro de calor de reserva interno de acuerdo con el presente invento está mostrada en la fig. 3. El receptor solar 200 es sustancialmente el mismo que el receptor solar 100 mostrado en la fig. 2 excepto en que el receptor solar incluye un sistema 202 de suministro de calor de reserva interno que tienen elementos de calentamiento 204 sumergidos en el tambor de vapor 119 para dirigir el calentamiento del agua 132 hecha circular desde el tambor de vapor a través de los paneles solares (o evaporador) 118. Componentes que tienen los mismos números referencia son los mismos y funcionan de una manera similar. Los elementos de calentamiento 202 pueden ser calentados utilizando electricidad u otra energía. Además los elementos de calentamiento pueden formar parte de un intercambiador de calor por lo que el fluido calentado hasta a través de los tubos que se extienden a través del tambor de vapor 119. De modo similar a la realización de la fig. 2, el controlador electrónico 152 es controlado de tal modo que los elementos calentadores 204 pueden ser activados solo durante el período nocturno o un período de energía radiante baja. Esta realización elimina los tubos externos y el recipiente de presión asociado con el sistema de calor de reserva externo mostrado en la fig. 2.

Aunque el receptor solar 100 muestra un evaporador 118, el presente invento contempla además que un economizador, que está formado similarmente como el evaporador, está en comunicación del fluido entre el conducto de entrada 112 y el tambor de vapor, por lo que el agua alimentada 125 fluye a través de los tubos del economizador al tambor de vapor. El calor radiante proporcionado por los colectores solares 104 es dirigido sobre el panel de tubos del economizador, que precalienta el agua alimentada a través de los tubos del economizador.

Además, el presente invento contempla el receptor solar 100 que tiene un sobrecalentador que sobrecalienta el vapor 127 que sale del tambor de vapor 119 y proporciona el vapor sobrecalentado al generador de turbina 113 mediante el conducto de salida 114. El sobrecalentador es similar al evaporador 118, en el que sobrecalentador incluye una pluralidad de paneles de tubos para permitir que el vapor pase a su través para ser calentado por el calor radiante

proporcionado por los colectores solares 104.

5 Aunque el generador solar de vapor 100 descrito aquí es descrito como un receptor solar para un generador solar 10 de energía, el presente invento contempla que el generador solar de vapor puede ser utilizado en otras aplicaciones tales como usos industriales que necesitan convertir energía solar a una fuente de calor, tal como vapor. Por ello, el agua alimentada 125 puede ser proporcionada desde cualquier fuente con el fin de mantener el nivel de fluido dentro del tambor.

REIVINDICACIONES

1. Un generador solar de vapor (100) que comprende:
 - un panel solar (118) que calienta un fluido que pasa a su través;
 - un tambor de vapor (119) que separa el vapor y el fluido recibido desde el panel solar (118), proporcionando el tambor de vapor (119) el fluido al panel solar (118), caracterizado por:
 - un sistema (109) de suministro de calor de reserva que calienta el fluido en el tambor de vapor (119) durante periodos de energía solar baja proporcionada al panel solar (118).
2. El generador solar de vapor (100) de la reivindicación 1, en el que el sistema (109) de suministro de calor de reserva es externo al tambor de vapor (119).
3. El generador solar de vapor (100) de la reivindicación 2, en el que el sistema (109) de suministro de calor de reserva incluye un calentador de reserva (110) que comprende un recipiente que tiene elementos de calefacción dispuestos en él.
4. El generador solar de vapor (100) de la reivindicación 2, en el que el sistema (109) de suministro de calor de reserva incluye un calentador de reserva (110) que comprende un recipiente que tiene un intercambiador de calor dispuesto en él.
5. El generador solar de vapor (100) de la reivindicación 3 ó 4, en el que el sistema (109) de suministro de calor de reserva incluye una válvula (150) para proporcionar fluido (132) desde el tambor de vapor (119) al calentador de reserva (110) durante periodos de energía solar baja.
6. El generador solar de vapor (100) de la reivindicación 3 ó 4, en el que el sistema (109) de suministro de calor de reserva incluye una válvula (150) para proporcionar fluido (132) desde el tambor de vapor (119) al calentador de reserva (110) en respuesta a un descenso en la temperatura del fluido (132).
7. El generador solar de vapor (100) de la reivindicación 1, en el que el sistema (109) de suministro de calor de reserva incluye una válvula (150) para proporcionar fluido (132) desde el tambor de vapor (119) al suministro de calor de reserva (110) respuesta a un momento deseado del día.
8. El generador solar de vapor (200) de la reivindicación 1, en el que el sistema (202) de suministro de calor de reserva es interno al tambor de vapor (119).
9. El generador solar de vapor (200) de la reivindicación 8, en el que el sistema (202) de suministro de calor de reserva incluye un calentador de reserva que comprende elementos de calefacción (204) dispuestos en el tambor de vapor (119).
10. El generador solar de vapor (200) de la reivindicación 9, en el que los elementos de calefacción (204) son elementos de calefacción eléctricos y/o tubos de intercambio de calor.
11. Un método para mantener un fluido dentro de un generador solar de vapor (100) a una temperatura deseada durante un periodo nocturno, utilizando un sistema (109) de suministro de calor de reserva que incluye un calentador de reserva (110), comprendiendo el método:
 - calentar un fluido que circula a través de un panel solar (118) con calor radiante;
 - hacer circular el fluido calentado a un tambor de vapor (119) que separa el vapor y el fluido recibido desde el panel solar (118);
 - hacer circular el fluido desde el tambor de vapor (119) de nuevo al panel solar (118); estando el método caracterizado por las operaciones de:
 - hacer circular el flujo del fluido al calentador de reserva (110) cuando la temperatura del fluido cae por debajo de una temperatura deseada; y
 - hacer circular el flujo de fluido calentado desde el calentador de reserva (110) de nuevo al tambor de vapor (119).
12. El método de la reivindicación 11, en el que el sistema (109) de suministro de calor de reserva es externo al tambor de vapor (119).
13. El método de la reivindicación 12, en el que el sistema (109) de suministro de calor de reserva incluye un calentador de reserva (110) que comprende un recipiente que tiene elementos de calefacción dispuestos en él.
14. El método de la reivindicación 12, en el que el sistema (109) de suministro de calor de reserva incluye un calentador

de reserva (110) que comprende un recipiente que tiene un intercambiador de calor dispuesto en él.

15. El método de la reivindicación 11, caracterizado además por proporcionar fluido (132) desde el tambor de vapor (119) al calentador de reserva (110) durante periodos de energía solar baja.

5 16. El método de la reivindicación 11, caracterizado además por proporcionar fluido (132) desde el tambor de vapor (119) al calentador de reserva (110) en respuesta a un descenso en la temperatura del fluido (132).

17. El método de la reivindicación 11, caracterizado además por proporcionar fluido (132) desde el tambor de vapor (119) al calentador de reserva (110) en respuesta a un momento deseado del día.

18. El método de la reivindicación 11, en el que el sistema (202) de suministro de calor de reserva es interno al tambor de vapor (119).

10 19. El método de la reivindicación 18, en el que el sistema (202) de suministro de calor de reserva incluye un calentador de reserva que comprende elementos de calentamiento (204) dispuestos en el tambor de vapor (119).

20. El método de la reivindicación 9, en el que los elementos de calefacción (204) son elementos de calefacción eléctricos y/o tubería de intercambio de calor.

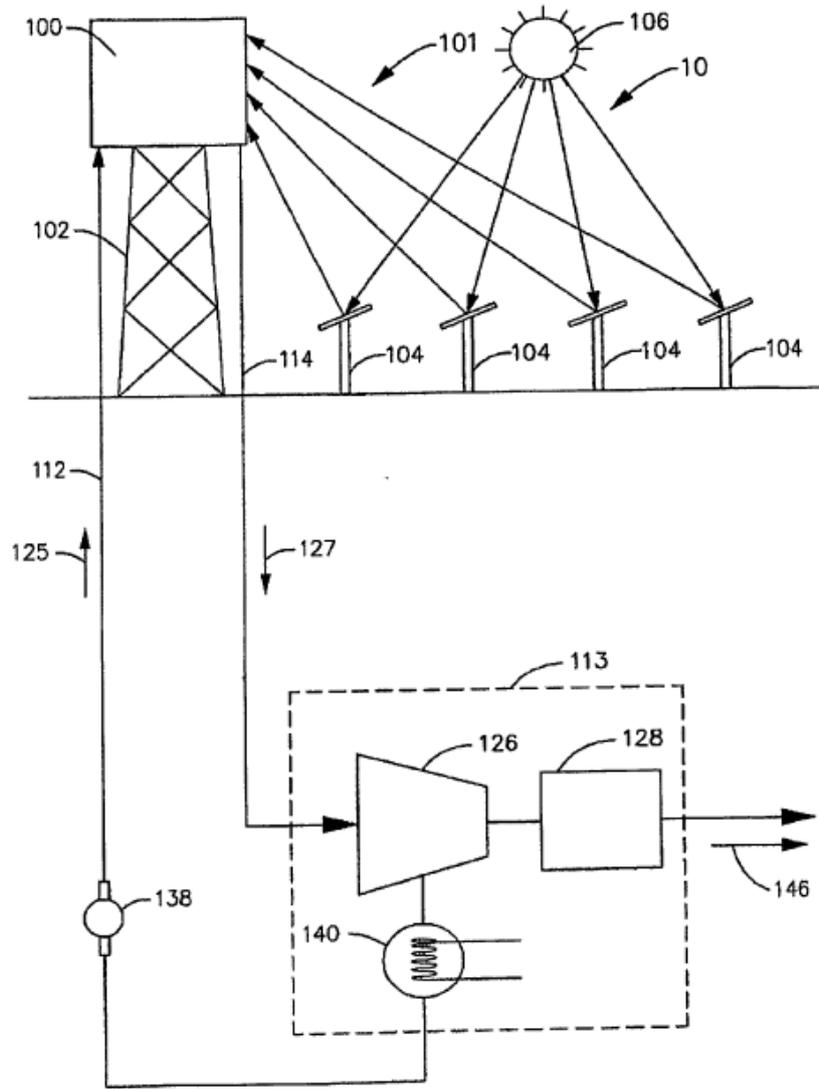


Figura 1

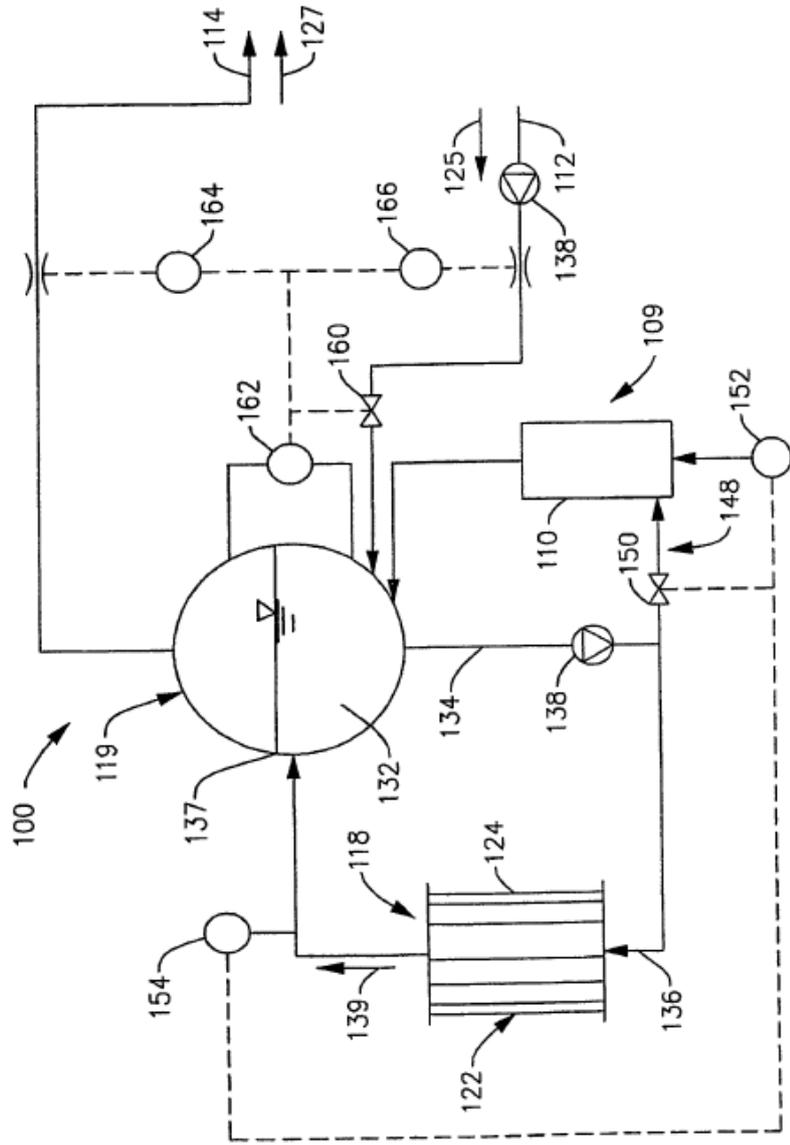


Figura 2

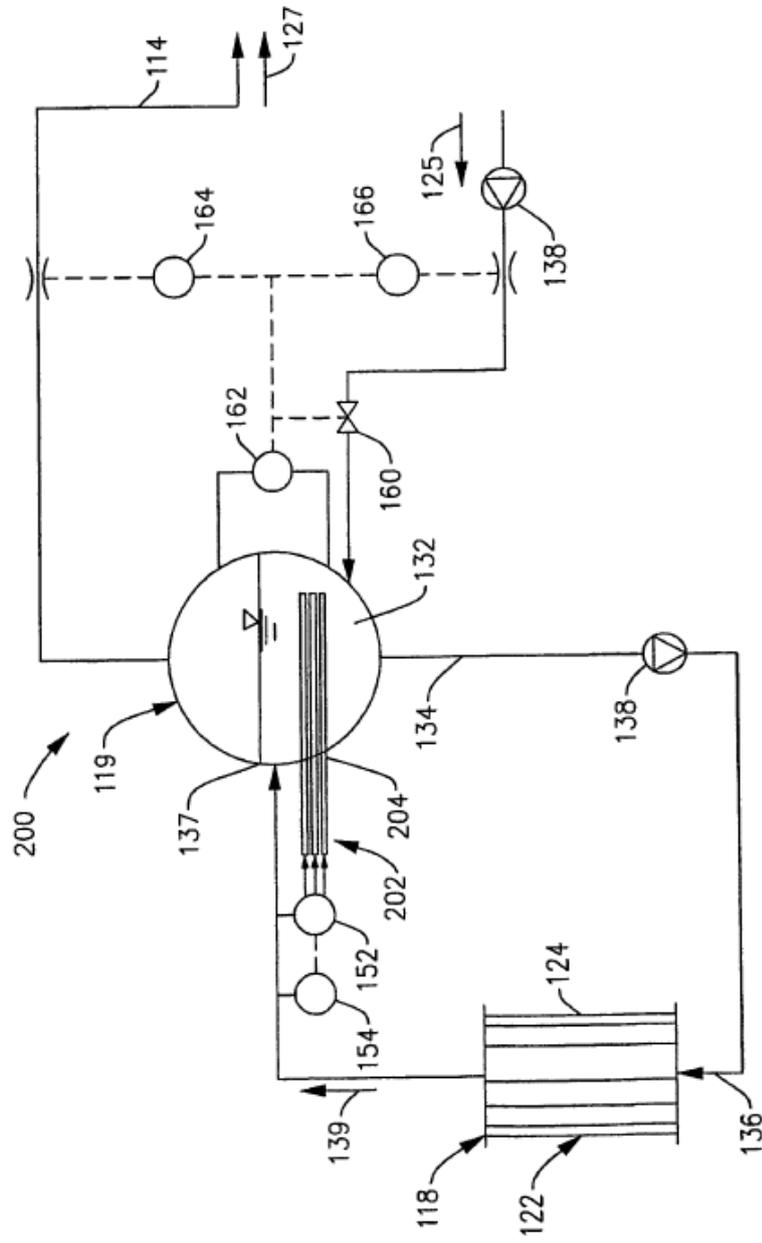


Figura 3